А2 1/34 3/39.

ВОПРОСЫ ВОДОСНАБЖЕНИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА В РАЙОНАХ УРАЛА И ЗАУРАЛЬЯ

*

196

ГОСГЕОЛТЕХИЗДАТ

УРАЛЬСКОЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ
МИНИСТЕРСТВА ГЕОЛОГИИ И ОХРАНЫ НЕДР СССР

А2
1
34

ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЙ СБОРНИК
ПО ВОПРОСАМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА В РАЙОНАХ УРАЛА И ЗАУРАЛЬЯ

26141.

Библиотека
Географического
Общества
Союза ССР

ГОСГЕОЛТЕХИЗДАТ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
ЛИТЕРАТУРЫ ПО ГЕОЛОГИИ И ОХРАНЕ НЕДР
МОСКВА 1956

ПРЕДИСЛОВИЕ

В течение последнего десятилетия на Урале проведен большой объем работ по геологической разведке месторождений полезных ископаемых и поискам подземных вод для водоснабжения промышленных центров. В 1954 и 1955 гг. в соответствии с решением коммунистической партии и советского правительства о дальнейшем подъеме сельского хозяйства и освоении целинных и залежных земель проведены значительные гидрогеологические работы в сельскохозяйственных районах Урала и Зауралья. Результаты этих работ положены в основу настоящего сборника. Сборник рассчитан на работников геологической службы, водного хозяйства и других специалистов, занимающихся вопросами водоснабжения в районах Урала и Зауралья. При изложении материала авторы стремились, не касаясь вопросов научно-теоретического характера и деталей геологического строения, ориентировать поисковиков подземных вод, на какие источники водоснабжения можно рассчитывать в том или ином районе.

В связи с тем, что в некоторых районах Зауралья и Южного Урала геологические условия неблагоприятны для использования подземных вод в сборнике помещена статья В. С. Гвоздева об использовании для водоснабжения поверхностного стока.

Большое значение при поисках подземных вод имеет применение методов геофизики, поэтому в сборник включены статьи Ф. М. Рябченко и Г. А. Сехиаидзе о результатах применения геофизических методов работ при поисках подземных вод на Южном Урале.

М. Я. БАРАБАШКИН

ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ КАК ИСТОЧНИК ВОДОСНАБЖЕНИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА УРАЛА И ЗАУРАЛЬЯ

Восточные районы нашей страны располагают огромным количеством неосвоенных целинных и залежных земель. Только в 14 восточных областях РСФСР и в 8 областях Казахской ССР имеется не менее 40 млн. *га* целины и залежи. В соответствии с директивами партии и правительства в 1954 и 1955 гг. проведены огромные работы по освоению целинных и залежных земель. К концу 1955 г. было освоено более 30 млн. *га* новых земель, на которых созданы сотни крупных совхозов.

Движимые чувством патриотизма, по зову коммунистической партии тысячи комсомольцев, колхозников и рабочих переселились из центральных областей РСФСР, Украины и Белоруссии в восточные районы страны. На степных просторах Казахстана, Алтая, Западной Сибири, Южного Урала возникли новые поселки.

Не менее грандиозные работы по дальнейшему освоению целинных земель намечено провести в годы шестой пятилетки. Только в 1956 г. в восточных районах должно быть засеяно 28—30 млн. *га*.

Важное место среди других областей в отношении перспектив освоения новых земель занимают районы Урала и Зауралья. Особенно большие массивы целинных и залежных земель осваиваются в Челябинской, Курганской, Кустанайской и Тюменской областях. В Челябинской области в 1954 и 1955 гг. было распахано целинных и залежных земель в колхозах 334 тыс. *га* и в совхозах 305 тыс. *га*, организовано девять новых крупных совхозов с посевной площадью 307 тыс. *га*. В Курганской области в колхозах и совхозах было распахано 430 тыс. *га* целинных и залежных земель. В Кустанайской области за два года создано 94 новых совхоза, освоено 3800 тыс. *га* новых земель.

В соответствии с общим ростом сельского хозяйства и его потребностью в воде в годы первых пятилеток и особенно в послевоенные годы в колхозах, совхозах, МТС и на фермах пробурено большое количество скважин, устроены водохранилища, проложены водопроводы. Однако неуклонное развитие социалистического сельского хозяйства, задачи обеспечения его крутого подъема в кратчайшие сроки делают проблему водоснабжения МТС, совхозов и колхозов, особенно в районах освоения целинных и залежных земель, одной из самых первоочередных и актуальных. Многие совхозы, МТС, колхозы испытывают недостатки в обеспечении водой. Во многих животноводческих колхозах подача воды еще не механизирована. В районах Урала, где развитие овощеводства имеет большое значение, механизированный полив земель обеспечен недостаточно.

Осваиваемые целинные земли расположены на просторах обширных водораздельных степных пространств, вдали от речных долин. Водо-

снабжение совхозных поселков, ферм и полевых станов в таких местах можно организовать только путем использования подземных вод и устройством искусственных водоемов для сбора поверхностного стока.

Именно в свете всех данных обстоятельств и требований и решаются в настоящее время вопросы водоснабжения сельского хозяйства Урала и Зауралья.

В соответствии с заданием Советского правительства Уральское геологическое управление развернуло в 1954 и 1955 гг. работы по изысканию подземных вод для водоснабжения колхозов, совхозов и МТС в Свердловской, Челябинской, Курганской, Тюменской и Молотовской областях. Такие же работы начаты в районах Урала организациями Министерства угольной промышленности СССР и Министерства нефтяной промышленности СССР. Значительный объем буровых работ проведен Водстроем Министерства сельского хозяйства. Многие предприятия организовали бурение скважин на воду в колхозах в порядке шефства.

За период 1954—1955 гг. в колхозах и совхозах Челябинской области пробурено 200 разведочно-эксплуатационных скважин на воду. В Курганской области только Уральским геологическим управлением и экспедицией Совхозмелиоводстроя за этот период пробурено 74 разведочно-эксплуатационных скважины. Свердловской конторой Водстроя в Свердловской области за это же время пробурено 237 скважин на воду. В общей сложности в районах Урала и Зауралья в 1954—1955 гг. в колхозах, совхозах и МТС пробурено более 600 разведочно-эксплуатационных скважин на воду. В подавляющем большинстве скважин получена в достаточном количестве и хорошего качества вода.

Результаты работы Уральского геологического управления по бурению скважин на воду за 1954—1955 гг. по отдельным областям характеризуются следующими показателями:

Область	Количество скважин		
	по плану	пробурено на 1/XII 1955 г.	в том числе с положительными результатами
Свердловская	25	28	26
Челябинская	69	69	64
Курганская	39	40	40
Тюменская	7	4	1
Молотовская	15	15	14
Итого	155	156	145

О водообильности скважин дают представление хотя бы следующие данные за 1954 г.: из 63 пробуренных в 1954 г. скважин 22 скважины оказались с дебитом до 1 *л/сек;* 22—с дебитом от 1 до 5 *л/сек,* 15—с дебитом от 5 до 20 *л/сек* и 2—с дебитом более 20 *л/сек.*

Особенно хорошие результаты дало бурение в западных районах Курганской области — Далматовском и Уксянском. Все пробуренные здесь скважины вскрыли обильные воды в толщах опок третичного возраста. Дебит многих скважин оказался настолько велик, что они не только могут обеспечить водоснабжение населения и ферм, но и позволят орошать посевы овощных культур. Бурение позволило полностью обеспечить хорошей водой вновь организованный совхоз им. Горького на целинных землях в Чесменском районе Челябинской области. Найдены подземные воды для Бородиновской, Маминской и некоторых других МТС Челябинской, Курганской и Свердловской областей.

В 1956 г. Уральское геологическое управление должно пробурить для колхозов, совхозов и МТС более 100 разведочно-эксплуатационных скважин, в том числе 80 в наиболее нуждающихся в воде районах Курганской и Челябинской областей. Еще более обширные работы по буре-

нию скважин на воду будут проведены по линии Министерства сельского хозяйства и Министерства совхозов. Так, Свердловская контора Водстроя должна пробурить в 1956 г. 147 эксплуатационных скважин. Предположительно во всех районах Урала и Зауралья должно быть пробурено различными организациями не менее 500 скважин на воду.

Геологические и гидрогеологические условия некоторых районов Урала и Зауралья весьма сложные. Для правильного заложения скважин часто требуются предварительные гидрогеологические исследования. Особенно сложны геологические условия на Южном Урале. Например, в юго-западной части Челябинской области, прежде чем задать разведочную скважину на воду на площади, сложенной палеозойскими породами, приходится вначале проводить геофизические работы и бурить поисковые и картировочные скважины.

Очень сложны гидрогеологические условия в восточной части Тюменской и Курганской областей. Подземные воды глубоких горизонтов третичных и меловых пород здесь непригодны для водоснабжения вследствие большой их минерализации, а в верхней части третичных пород преобладают мелкозернистые отложения с плохой водоотдачей. При разрешении вопросов водоснабжения приходится ориентироваться на грунтовые воды четвертичных и верхнетретичных пород, вскрываемые главным образом колодцами. Недостаточная геологическая изученность территории весьма затрудняет поиски наиболее благоприятных участков грунтовых вод.

В связи с необходимостью решения всех этих важнейших для сельского хозяйства вопросов на организации Министерства геологии и охраны недр СССР возложена работа по составлению гидрогеологических карт и сводок гидрогеологических материалов по сельскохозяйственным областям и подготовка заключений для сельскохозяйственных и проектных организаций об источниках водоснабжения отдельных районов, совхозов, МТС и колхозов.

В 1954 и 1955 гг. Уральским геологическим управлением выполнен значительный объем сводных гидрогеологических работ по сельскохозяйственным районам Челябинской области. В результате этих работ выделены порайонно участки и зоны, благоприятные для заложения скважин на воду. В течение 1955 г. на территории этой области проводилась гидрогеологическая съемка в масштабе 1 : 500 000. Съемка сопровождалась геофизическими работами и поисковым бурением. Составление гидрогеологической карты области будет закончено в 1956 г.

В восточной части Тюменской области, в пределах междуречья Тобол—Ишим, проводился сбор гидрогеологических данных, обследование существующих источников водоснабжения, картировочное и поисковое бурение и опытные гидрогеологические работы.

В сельскохозяйственных районах Молотовской области, в пределах северной части Уфимского плоскогорья, в 1954—1955 гг. проведена гидрогеологическая съемка в масштабе 1 : 200 000. В этих районах вследствие закарстованности пермских пород (гипсов, ангидритов, доломитов и известняков) наблюдается глубокое залегание и значительная минерализация подземных вод. В результате съемки и разведочно-эксплуатационного бурения здесь выяснены наиболее пригодные для эксплуатации водоносные горизонты.

Проведенная в 1954—1955 гг. гидрогеологическая съемка Свердловского промышленного района имеет большое значение для развития огородничества, садоводства и животноводства в пригородной зоне г. Свердловска.

Интересные и важные данные по гидрогеологии верхнетретичных и четвертичных отложений получены в результате геологической съемки в масштабе 1 : 500 000 некоторых южных районов Зауралья.

За два года Уральским геологическим управлением подготовлено и передано Свердловскому облзу и проектным организациям 38 заключений об источниках водоснабжения местных МТС.

На шестое пятилетие Уральским геологическим управлением намечено составление гидрогеологических карт в масштабе 1 : 500 000 районов среднего и южного Зауралья и прилегающих районов Западной Сибири. Будет продолжаться также гидрогеологическая съемка в масштабах 1 : 500 000 и 1 : 200 000 сельскохозяйственных районов в Молотовской и Свердловской областях.

Первоочередной и наиболее важной из этих работ является комплексная геологическая и гидрогеологическая съемка в масштабе 1 : 500 000 восточной части Тюменской и Курганской областей. Съемка будет сопровождаться большим объемом мелкого картировочного бурения. В процессе съемки будет проведено расчленение четвертичных и верхнетретичных отложений, установлен их литологический состав, водоносность, качество воды. Эти работы будут иметь исключительно важное значение для решения проблемы изыскания источников водоснабжения данной территории.

Опыт работ на Урале в 1954—1955 гг. показал, что при поисках подземных вод здесь могут быть весьма эффективно использованы геофизические методы разведки, в первую очередь электроразведка. С помощью этих методов хорошо устанавливаются водоносные контакты пород и тектонически нарушенные водообильные зоны в массивах пород.

Имеется много примеров удачного применения геофизических методов для поисков подземных вод. Показательным из них является хотя бы следующий. На усадьбе Маминской МТС Свердловской области с целью получения воды было пробурено несколько скважин. Первая эксплуатационная скважина воды не обнаружила. После этого были пробурены еще две поисковые скважины, заданные по геоморфологическим признакам. Они также оказались безводными. Затем были поставлены электроразведочные работы, которые позволили установить небольшую зону пониженного электросопротивления пород. Пробуренная в этой зоне скважина вскрыла трещиноватые порфириты с подземной водой в количестве, вполне удовлетворяющем потребности МТС.

В настоящее время на восточном склоне Урала, в Челябинской и Свердловской областях, на площадях, сложенных палеозойскими породами, почти ни одна скважина на воду не задается без предварительных геофизических исследований. Необходимо расширить применение геофизических методов, распространив их на работы всех организаций, проводящих бурение на воду.

Необходимо больше внимания уделять вопросам использования поверхностного стока, особенно в районах, бедных ресурсами хороших подземных вод. Гидрогеологические партии при проведении поисковых и съемочных работ не должны выпускать из своего внимания эти вопросы, тщательно выяснять в обследуемых районах возможности устройства водоемов для сбора и регулирования поверхностного стока вод.

В. И. АНТИПИН, М. Я. БАРАБАШКИН, А. П. СИГОВ

ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ ЗАУРАЛЬЯ И ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИХ ДЛЯ ВОДОСНАБЖЕНИЯ КОЛХОЗОВ, СОВХОЗОВ И МТС

Зауральем принято называть западную окраину Западно-Сибирской низменности, примыкающую к восточному склону Урала. Сюда можно отнести восточные районы Свердловской и Челябинской областей и западные районы Курганской и Кустанайской областей.

Зауралье является крупной сельскохозяйственной областью Советского Союза. Хорошие почвы, благоприятные климатические условия, наличие больших массивов целинных и залежных земель — все это создает в Зауралье большие возможности для развития сельского хозяйства.

В 1954—1955 гг. в Зауралье создано много новых крупных совхозов, расширены посевные площади колхозов, значительно увеличилось количество животноводческих ферм. В связи с этим весьма возросла потребность в питьевой воде для населения совхозных и колхозных поселков, а также в воде для водопоя скота и технических целей сельскохозяйственных предприятий, МТС и совхозов. Новые совхозы и фермы на целинных землях в большинстве случаев создаются на обширных водораздельных пространствах, вдали от рек, где основным источником водоснабжения являются подземные воды.

За последние 5 лет в Зауралье пробурено различными организациями несколько сот скважин на воду. Объем буровых работ все возрастает. В южных и восточных районах Зауралья бурение на воду оказалось в некоторых случаях неудачным, так как скважины или не достигли водоносных пород, или встретили соленую воду.

С целью правильного направления буровых работ на воду выявилась необходимость обобщить имеющиеся материалы по гидрогеологии Зауралья, провести в ряде районов гидрогеологическую съемку и составить для них гидрогеологические карты.

Настоящая статья является первой попыткой такого обобщения и ставит своей задачей ориентировать работников, проводящих бурение на воду, на какие водоносные горизонты следует рассчитывать в различных районах Зауралья.

При составлении статьи были использованы материалы геологических и гидрогеологических работ В. И. Антипина, Н. И. Архангельского, М. С. Гуревича, В. Ф. Ковалева, Н. Б. Малютина, А. П. Сигова, Д. Л. Степанова, А. В. Хабакова, а также многочисленные описания результатов бурения скважин сотрудниками контор Водстроя.

ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

Западную границу Зауралья можно провести по выходам на поверхность палеозойских пород, погружающихся к востоку под сплошной покров мезо-кайнозойских осадков. Восточная граница Зауралья условна

и принимается нами по меридиональной линии Тавда—Тюмень—Курган—Кустанай.

Рельеф и гидрографическая сеть. Зауралье представляет собой типичную низменную равнину, слегка наклоненную к востоку и к северу, слабо расчлененную речной сетью. Переход увалистого рельефа восточного склона Урала в Зауральскую равнину в отдельных местах выражен в виде уступа высотой 20—50 *м*. Этот уступ хорошо наблюдается на большом протяжении к северу от г. Серова и к югу от г. Челябинска.

Высотные отметки на водораздельных равнинах Северного Зауралья 100—150 *м*, южнее, между реками Пышмой и Исетью, они колеблются в пределах 150—200 *м*, а в Южном Зауралье — 200—250 *м* над уровнем моря. По сравнению с отметками водораздельных плато долины рек в Северном и Среднем Зауралье врезаны на глубину 50—100 *м*, а в Южном Зауралье—на глубину 100—150 *м*. В соответствии с климатическими и геоморфологическими условиями речная сеть в Северном Зауралье развита хорошо и многоводна. Наоборот, в Южном Зауралье обширные водораздельные пространства прорезаны только несколькими реками, почти лишенными мелких притоков и несущими главным образом транзитные воды с восточного склона Урала. Все реки Зауралья — Тавда, Пышма, Исеть, Уй являются притоками р. Тобола, впадающей в Иртыш. В Северном и Среднем Зауралье реки несут пресные, мало минерализованные воды; на юге, в Кустанайской области, вода р. Тобол и ее притоков на отдельных участках в летний и зимний межень становится минерализованной (плотный остаток до 1,5 *г/л*). Воды некоторых рек Зауралья загрязняются промышленными стоками и непригодны для питья.

Междуречья в Среднем и Южном Зауралье усеяны многочисленными озерами. В Северном Зауралье большие площади заняты болотами. Глубина озер редко более 2—3 *м*. Почти все они лишены стока и не имеют притоков. О происхождении этих озер существует несколько гипотез. Ранее было распространено мнение, что они представляют собой реликтовые образования третичного моря. Высказывалось также суждение о их суффозионном происхождении. В последнее время большинство исследователей считают озера Зауралья реликтами древних речных сетей (четвертичной и третичной).

Основное питание озер происходит за счет стока атмосферных осадков, выпадающих в пределах их водосборной площади; частичное участие в питании озер принимают подземные воды.

Многолетние наблюдения за площадями и уровнями воды озер показывают чередование периодов их усыхания и обводнения. Вместе с тем в ряде районов наблюдается процесс постепенного заиливания, зарастания и высыхания некоторых озер. По степени минерализации воды и по ее химическому составу озера Зауралья весьма разнообразны. В лесной полосе вода в них пресная, мало минерализованная, а в лесостепной и степной зонах наряду с пресными озерами встречаются соленые (хлоридные), горько-соленые (сульфатные) и содовые (бикарбонатные).

Часто озера с пресной водой расположены в непосредственном соседстве с озерами, имеющими соленую воду. При общем региональном обзоре установлено, что на юг от широты 56° появляются озера с солоноватой и соленой водой, причем количество их в этом направлении увеличивается. Повышенная минерализация воды в озерах здесь объясняется выщелачиванием солей из почвы в бессточных котловинах в условиях сухого климата.

Климат. Климат Зауралья определяется расположением этого района непосредственно к востоку от Уральского хребта и большой протяженностью территории в меридиональном направлении.

Первый фактор при преобладании ветров западных направлений определяет выпадение значительной массы осадков на западных склонах

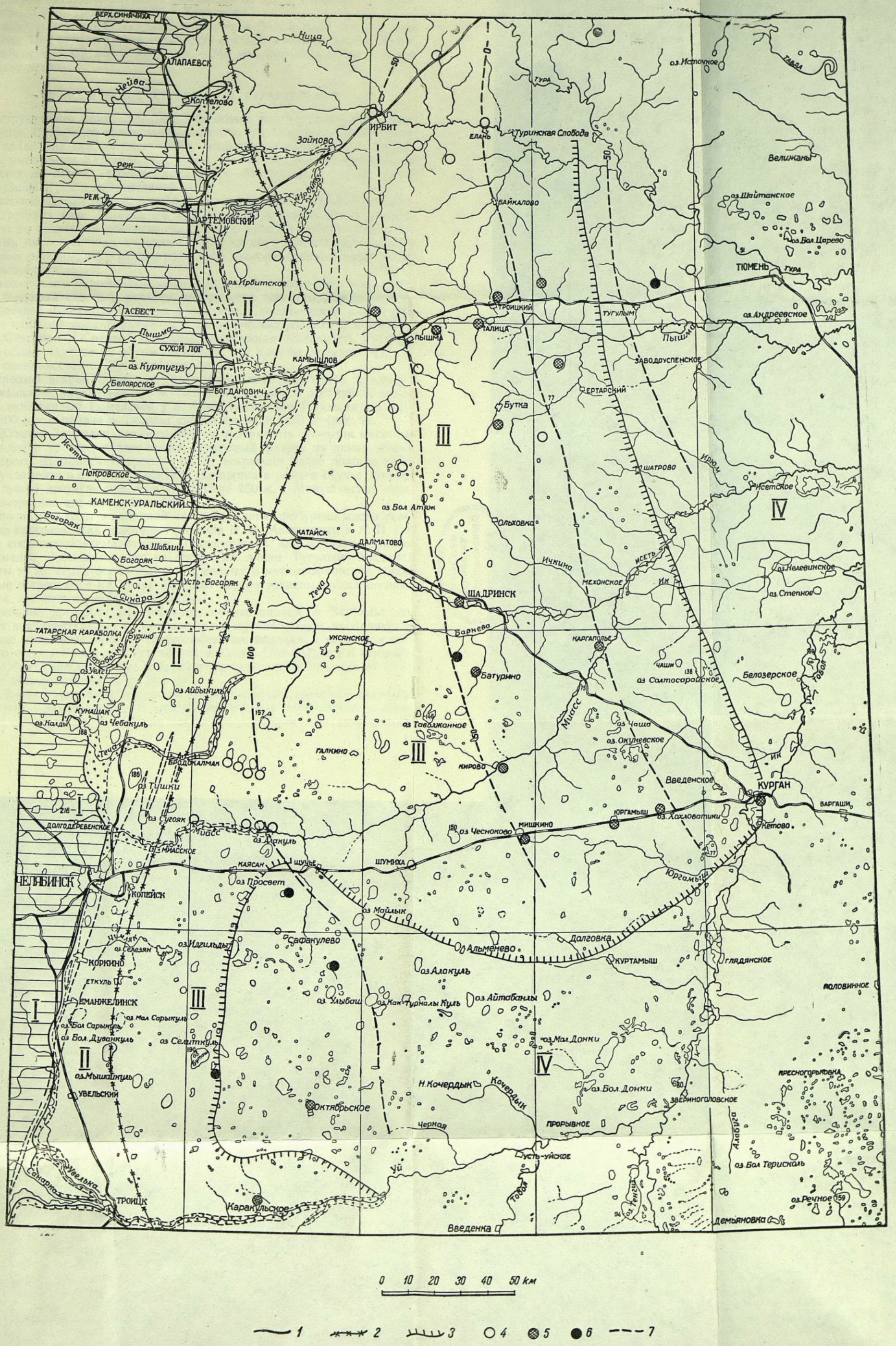


Рис. 1. Схема гидрогеологического районирования Зауралья

I—район, где для водоснабжения могут быть использованы подземные трещинные воды в палеозойских породах (дебиты скважин от 0,2 до 10 *л/сек*, минерализация воды не более 0,6 *г/л*); *II*—район, где для водоснабжения могут быть использованы подземные воды верхнемеловых кварцево-глауконитовых песков и песчаников и трещиноватых кремнистых опок палеогена (дебиты скважин от 1 до 10 *л/сек*, минерализация воды 0,4–1,2 *г/л*); *III*— район, где основным источником водоснабжения являются подземные воды трещиноватых кремнистых опок палеогена (дебиты скважин от 0.2 до 10 *л/сек*, минерализация воды от 0,5 до 2,5 *г/л*); *IV*—район, где для водоснабжения могут быть использованы только подземные воды в слоях и линзах песков (главным образом мелкозернистых) среди верхнетретичных отложений и воды четвертичных отложений (дебиты скважин менее 1 *л/сек*). *1*—восточная граница выходов на поверхность палеозойских пород; *2*—восточная граница возможного использования подземных вод верхнемеловых кварцево-глауконитовых песков и песчаников; *3*—граница возможного использования вод опокового горизонта палеогена, восточнее и южнее которой кремнистые опоки или выклиниваются или содержат минерализованную воду; *4*—скважины с минерализацией воды менее 1 *г/л*; *5*—скважины с минерализацией воды 1–3 *г/л*; *6*—скважины с минерализацией воды более 3 *г/л*; *7*—изогипсы кровли водоносных кремнистых опок палеогена

Зак. 1018

и принимается нами по меридиональной линии Тавда—Тюмень—Курган—Кустанай.

Библиотека Географического Общества Союза ССР

Первый фактор при преобладании ветров западных направлений определяет выпадение значительной массы осадков на западном склоне Урала и относительную бедность ими Зауралья; второй обусловливает смену климатических зон в направлении с севера на юг. Среднегодовая температура воздуха в Зауралье колеблется от 0,8° в Тавде до 1,4° в Камышлове, 1,9° в Троицке и 2,2° в Кустанае.

В северных широтах осадков выпадает в 2—2,5 раза больше, чем в южных. Так, среднегодовое количество осадков в Ирбите равно 450 *мм*, в Челябинске — 389 *мм*, в Кустанае — 244 *мм*. Основная масса осадков выпадает летом.

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ И СТРАТИГРАФИЯ

В структурном отношении Зауралье можно рассматривать как северную ветвь Тургайской впадины, ограниченную на западе восточным склоном Урала, и на юге, по широте 52°, выступом палеозойского фундамента, именуемым Кустанайским валом. На востоке Тургайская впадина сливается по линии Туринск—Ялуторовск—Макушино с другой такой же большой Иртышской впадиной.

В геологическом отношении Зауралье представляет собой двухъярусную структуру (рис. 1). Нижний ярус этой структуры является продолжением на восток погребенного складчатого Урала и сложен дислоцированными палеозойскими породами. Верхний ярус представлен мощным покровом спокойно залегающих или слабо дислоцированных мезозойских и кайнозойских пород.

Палеозойские породы, погружаясь под покров мезо-кайнозоя, образуют неровный склон, в рельефе поверхности которого можно установить уступы, отдельные впадины и выступы. Схематические карты изоглубин палеозойского фундамента и геологические разрезы показывают, что в Северном и Среднем Зауралье погребенная поверхность палеозоя имеет общее падение на восток от Урала, а в Южном Зауралье—на север и северо-восток от Кустанайского вала.

Палеозой вскрыт буровыми скважинами непосредственно к востоку от Камышлова на глубине 200 *м*, Талицкой скважиной на глубине около 500 *м*, скважинами Тюменской у р. Айвы (восточнее Тугулыма) на глубине 800 *м* и в районе г. Тюмени уже на глубине 1470 *м* (рис. 2).

В Южном Зауралье, где погребенная поверхность палеозоя имеет общее падение на север-северо-восток, широтный разрез по линии железной дороги Челябинск—Курган (рис. 3) вскрывает более пологое падение фундамента в этом направлении. Скважина в районе Щучье (курорт оз. Горькое) достигла палеозоя на глубине 260 *м*, а Макушинская скважина встретила его на глубине 690 *м*.

В последние годы в западной части Зауралья пробурено много скважин до палеозоя. Для некоторых районов Н. Б. Малютиным и А. П. Сиговым составлены схематические геологические карты палеозойского фундамента. Выясняется, что на восток до линии Тугулым—Кустанай развиты те же серии осадочных, изверженных и метаморфических пород, которые встречаются на Урале. Широко распространены вулканогенные породы, граниты и различные сланцы.

Наиболее древними мезозойскими образованиями в Зауралье являются континентальные угленосные триас-юрские осадки, заполняющие глубокие линейно-вытянутые грабенообразные впадины у подножья восточного склона Урала и в Тургайской впадине. Они собраны в асимметричные брахисинклинальные складки с углами падения крыльев от 10 до 60° и с погружением осей на 10—15°.

Меловые и третичные породы Зауралья залегают со слабым наклоном на восток и северо-восток. В отдельных районах отмечаются пологие изгибы и смятия пластов. Ранее эти изгибы и смятия объясняли атекто-

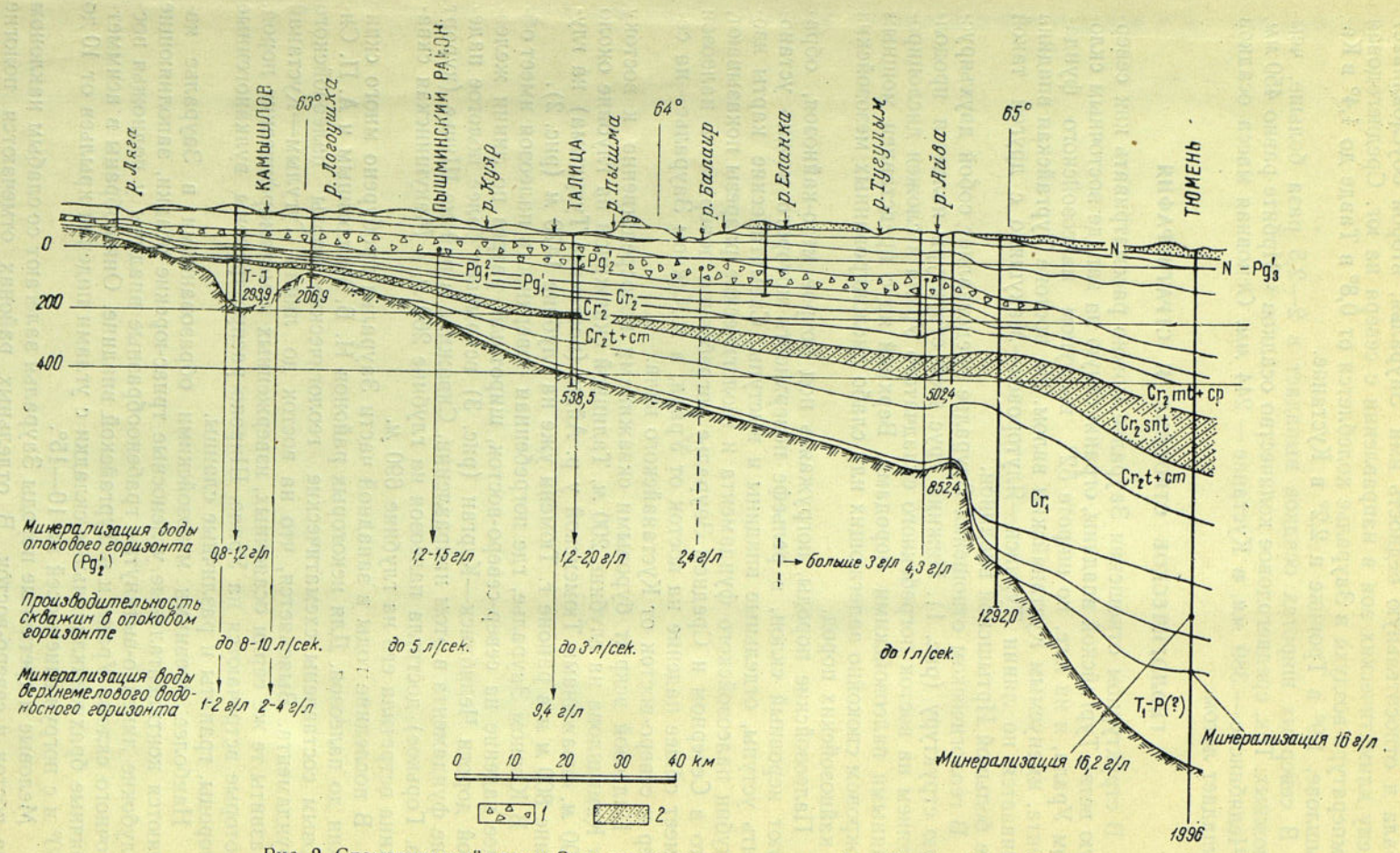


Рис. 2. Схематический разрез Зауральского артезианского бассейна (по Н. Б. Малютину)

1—водоносный горизонт трещиноватых опок палеогена; *2*—водоносный горизонт кварцево-глауконитовых песков и песчаников верхнего мела

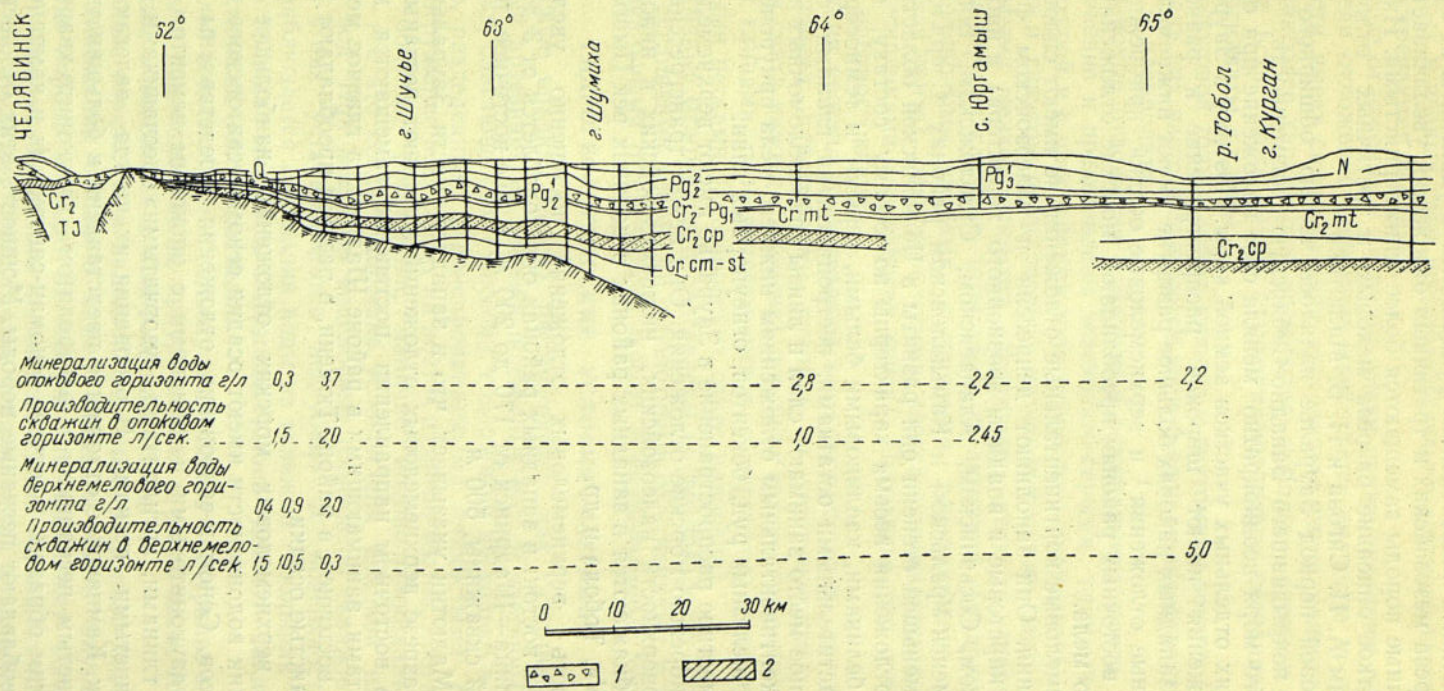


Рис. 3. Схематический разрез Зауральского артезианского бассейна по линии Челябинск—Курган (по А. П. Сигову и В. М. Якушеву)

1—водоносный горизонт трещиноватых опок палеогена; *2*—водоносный горизонт кварцево-глауконитовых песков и песчаников верхнего мела

ническими причинами (размывы, карстовые процессы, оползни), но за последнее время установлено много фактов, свидетельствующих о том, что изгибы пластов мезозойских и третичных пород связаны с опусканиями и поднятиями палеозойского фундамента. С удалением от Урала мощность разреза мезозойских и третичных отложений увеличивается, а грубообломочные породы замещаются более тонкозернистыми. Ниже приводится краткое описание разреза меловых и третичных отложений по материалам А. П. Сигова и Н. Б. Малютина.

В меловой период Зауралье являлось частью обширного морского бассейна, покрывавшего Западно-Сибирскую низменность. Береговая линия этого моря неоднократно меняла свое положение при опусканиях и поднятиях отдельных участков земной коры. Поэтому в Зауралье меловые отложения имеют широкое распространение и разнообразный состав. В западных районах большое развитие имеют нижнемеловые континентальные отложения [1] и верхнемеловые осадки прибрежных фаций моря, а в восточных районах преобладают морские отложения нижнего и верхнего мела.

Нижнемеловые континентальные отложения не имеют сплошного распространения. Они заполняют депрессии в палеозойском фундаменте (впадины карстовые и впадины эрозионного характера) и наблюдаются в Серовском, Сосьвинском, Алапаевском, Сухоложском, Богдановическом, Каменск-Уральском и Камышловском районах Свердловской области. В меньшей степени они развиты в Челябинской области. Нижнемеловые отложения весьма характерны по своему составу; они представлены беликами, каолиновыми белыми, серыми и темносерыми глинами с растительными остатками, пестроцветными глинами; среди них значительное место занимают слои и линзы грубообломочных и песчаных пород. К континентальным отложениям нижнего мела приурочены месторождения железных руд, бокситов, огнеупорных глин.

Повсеместное распространение в Зауралье имеют верхнемеловые морские и прибрежно-морские отложения. Они лежат трансгрессивно на неровной поверхности палеозойских, нижнемезозойских и нижнемеловых пород и обнажаются в западных районах в долинах рек Пышмы, Исети, Синары, Уя, Тобола и др.

Мощность верхнемеловых отложений постепенно увеличивается с запада на восток: в западных районах она колеблется от 3 до 30 *м*, по линии Талица—Шадринск от 170 до 200 *м*, а еще восточнее, по данным Тюменской скважины, 500 *м*.

Н. Б. Малютин указывает, что в западной части Зауралья главное место в разрезе верхнемеловых отложений занимают песчаные породы, которые в восточном направлении постепенно замещаются мергелями и аргиллитами, занимающими в районе Шадринска главное место в разрезе. Еще восточнее, в районе Тюмени, в разрезе преобладают уже кремнисто-глинистые осадки.

Среди верхнемеловых морских отложений наибольшее значение в отношении водоносности имеют осадки сеноман-сантонского и кампанского ярусов. Сеноман-сантонские отложения представлены зелеными кварцево-глауконитовыми песчаниками с опоковым цементом, черными и серыми глинами, аргиллитами, «узорчатыми» песчаниками, мелко- и среднезернистыми песками. В основании их иногда залегают гравий и галечник. Кампанские отложения представлены в большинстве случаев мелкозернистым песчаником и алевролитом глауконито-кварцевого состава. Таким образом, в составе сеноман-сантонских и кампанских отложений преобладают песчаные породы. Мощность этих отложений в восточных районах достигает 120 *м*.

[1] Верхняя часть континентальных отложений может относиться к самым низам верхнего мела.

На сеноман-сантонских и кампанских отложениях везде в Зауралье лежат маастрихтские отложения. Они представлены обычно мергелями или мергелистыми глинами, реже опоками, алевролитами, песчаниками.

Разрез верхнемеловых отложений заканчивается горизонтом серых, темнозеленых и черных глин предположительно датского яруса. Эти отложения встречаются локально.

Третичные отложения в Зауралье имеют также сплошное распространение. Среди отложений палеогена наибольшее значение в отношении водоносности имеет самая нижняя тасаранская свита палеоцена. В составе ее наиболее характерны кремнистые породы — опоки и опоковидные глины; встречаются также глауконит-кварцевые песчаники и алевролиты, аргиллиты и глины.

Выше опоковой толщи лежат трепела и диатомиты эоцена (акчатская свита); среди них часто встречаются тонкие слои мелкозернистого песка, песчаника и алевролита.

Олигоценовые отложения в Зауралье также имеют почти сплошное распространение и представлены зеленовато-серыми глинами с листоватой текстурой и с прослойками тонкозернистого кварцевого, слюдисто-кварцевого и глауконито-кварцевого песка (чеганская свита), белыми и желтоватыми мелкозернистыми кварцевыми песками, шоколадными, черными и серыми глинами и песками с лигнитом (индрикотериевая свита), каолиновыми глинами, кварцевыми алевролитами и песками (наурзумская свита), разнозернистыми косослоистыми песками и железистыми песчаниками (чаграйская свита). Последние три свиты имеют локальное распространение.

Отложения неогена представлены зеленовато-серыми, синевато-серыми или серыми пластичными глинами и пестроцветными глинами (аральская свита нижнего миоцена), серыми и зеленовато-серыми, иногда песчаными глинами, переслаивающимися с мергелями и алевролитами, мергелистыми песками (кустанайская свита плиоцена).

Четвертичные отложения представлены на водоразделах бурыми покровными суглинками, озерными и болотными отложениями, а в долинах рек аллювиальными отложениями поймы и надпойменных террас.

ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ЗАУРАЛЬЯ

Тургайскую впадину можно рассматривать как огромный сложнопостроенный артезианский бассейн подземных вод. В третичных и меловых породах, слагающих этот бассейн, содержится несколько водоносных горизонтов, разделенных водонепроницаемыми глинистыми породами. Пологое погружение всех пород на восток и северо-восток, протяженность слоев на большие расстояния, наличие водонепроницаемых пород в кровле — все это создает хорошие условия для высокой напорности подземных вод. При вскрытии водоносных горизонтов скважинами уровень воды в них устанавливается неглубоко от поверхности земли, а иногда наблюдается самоизлив воды из скважин. Большая площадь бассейна и большая мощность водоносных слоев делают запасы воды в нем практически неисчерпаемыми.

Для целей водоснабжения сельского хозяйства в Зауралье могут быть использованы подземные воды, приуроченные к различным горизонтам палеозойских, мезозойских и кайнозойских пород.

Водоносные горизонты в палеозойских породах имеют значение для целей водоснабжения только в самой западной части Зауралья, где палеозойские породы выходят на поверхность или лежат неглубоко от поверхности под мезозойскими и кайнозойскими отложениями. Водообильность палеозойских пород очень неравномерна и зависит от литологического состава и трещиноватости пород.

Водоносные горизонты в континентальных триас-юрских отложениях имеют небольшое значение для целей водоснабжения: содержащие их

отложения распространены только в узких впадинах, вытянутых вдоль восточной окраины Урала, где на поверхность выходит палеозой, а подземные воды часто очень минерализованы.

В Зауралье известны два главных водоносных горизонта. Один из них приурочен к верхнемеловым глауконито-кварцевым пескам и песчаникам, а другой — к палеогеновым (палеоцен-эоценовым) опокам и глауконито-кварцевым песчаникам.

В восточной части Зауралья, восточнее линии Тугулым—Курган, эти водоносные горизонты лежат на большой глубине, а вода в них соленая и непригодна для водоснабжения. Очень минерализованы также воды в меловых и палеогеновых отложениях на Южном Урале, в Кустанайской области и в некоторых районах Курганской области. Поэтому в восточных и южных районах Зауралья особое значение для целей водоснабжения имеют водоносные горизонты в верхнепалеогеновых, неогеновых и четвертичных отложениях.

В соответствии с распределением водоносных горизонтов и возможностью использования их для водоснабжения сельского хозяйства в Зауралье с прилегающей к нему частью восточного склона Урала можно выделить следующие крупные гидрогеологические районы (см. рис. 1).

I. Район выхода на поверхность и неглубокого залегания палеозойских пород с пресными трещинными и трещинно-карстовыми водами.

II. Район выхода на поверхность и неглубокого залегания верхнемеловых отложений (кварцево-глауконитовых песков и песчаников) с пресными водами.

III. Район распространения опокового палеоцен-эоценового водоносного горизонта с пресными, а в восточной части слегка солоноватыми водами.

IV. Район восточной и южной части Зауралья с пресными и солоноватыми водами в верхнепалеогеновых, неогеновых и четвертичных отложениях и с солеными водами в палеогеновых и меловых отложениях.

Возможность использования для целей водоснабжения нижнемезозойских (триас-юрских) и нижнемеловых континентальных отложений настолько ограничена, что выделение каких-либо районов распространения этих вод не имеет смысла.

Ниже даются распространение и характеристика отдельных водоносных горизонтов.

ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ В ПАЛЕОЗОЙСКИХ ПОРОДАХ

Палеозойские породы выходят на поверхность или лежат неглубоко под покровом четвертичных, третичных и меловых отложений в Алапаевском, Коптеловском, Егоршинском, Сухоложском, Богдановическом, Каменском районах Свердловской области и Багарякском, Буринском, Кунашакском, Сосновском, Еткульском, Увельском и Троицком районах Челябинской области.

Возможность использования подземных вод палеозойских отложений зависит от литологического состава пород и степени их трещиноватости. Наиболее водообильными, как и всюду на Урале, являются закарстованные известняки, слагающие большие площади в Алапаевском, Коптеловском, Сухоложском, Каменском районах. Буровые скважины, пройденные в известняках на Алапаевских месторождениях железных руд, на Троицко-Байновском месторождении огнеупорных глин, в районе г. Богданович, оказались весьма водообильными: дебит их в большинстве случаев более 10 *л/сек*. Источник, выходящий из известняков в долине р. Пышмы около бумажной фабрики у г. Сухого Лога, имеет дебит 15 *л/сек*. Из водоносного горизонта в известняках вблизи Мазулинского озера откачивается более 100 *л/сек* хорошей питьевой воды.

Восточнее, под более глубоким покровом мезо-кайнозоя, как показывает бурение последних лет, известняки мало распространены, но там,

где они встречаются, из них обычно можно получить воду в количестве, достаточном для небольших сельскохозяйственных предприятий. Так, скважина № 9, пройденная в 18 *км* восточнее г. Каменск-Уральского, в дер. Черноскутове, встретила на глубине 140 *м*, под толщей меловых осадков, брекчиевидные закарстованные известняки, давшие самоизливающуюся воду с дебитом 8,3 *л/сек*. Вода пресная, с сухим остатком 0,8 *г/л*.

Таким образом, наиболее благоприятными для заложения скважин на воду являются районы, где можно предполагать залегание на глубине известняков. Конечно, не исключается возможность встречи скважиной крепких нетрещиноватых маловодоносных известняков.

Большое развитие среди палеозойских пород в Зауралье имеют вулканогенные породы, вскрытые скважинами и обнажающиеся на западной границе этого района в долинах рек. В большинстве случаев эти породы маловодоносны, и лишь там, где наблюдаются зоны тектонических разломов, из этих пород можно получить значительное количество воды.

Приведем несколько примеров. Скважина № 10, пройденная в дер. Черноскутове, вскрыла порфириты на глубине 63—181 *м*. Дебит ее 0,15 *л/сек* при понижении уровня воды на 11 *м*. Скважины, пробуренные в порфиритах в восточном борту Челябинской угленосной депрессии, в поселках Батурине и Глубоком имели ничтожный дебит. Весьма незначительный дебит имела также скважина на курорте оз. Горького в Щучанском районе.

Большая водоносность порфиритов в зоне тектонического нарушения установила на Полуночном руднике, где из пройденных в такой зоне дренажных скважин откачивалось в 1953—1954 гг. воды по 70 *л/сек* в целях осушения рудного поля.

Таким образом, в той части Зауралья, где порфириты лежат неглубоко под мезо-кайнозойским покровом, при заложении скважин на воду необходимы предварительные геофизические работы для выявления трещиноватых зон и контактов пород, которые наиболее благоприятны для накопления подземных вод. При глубоком залегании порфиритов более целесообразно поиски воды вести в покрывающих меловых и третичных породах.

26141.

По данным бурения последних лет, наряду с вулканогенными породами, большое распространение в Зауралье имеют метаморфические породы — различного рода сланцы. Они также небогаты водой. Скважина № 7, пройденная в 3 *км* севернее г. Троицка на территории колхоза Нариманова, вскрыла под толщей безводных опок на глубине 62,5 *м* хлорито-кварцевые сланцы и прошла по ним до глубины 85 *м*. Дебит скважины 0,22 *л/сек* при понижении уровня воды на 50 *м*.

Граниты и гранодиориты, местами обнажающиеся в долинах рек и вскрытые скважинами, также относительно мало водоносны. Скважина, пробуренная на территории колхоза им. Ленина Нижне-Увельского района, встретила граниты под безводными третичными опоками и прошла по ним от 51 до 82 *м*. Дебит скважины 1,4 *л/сек* при понижении уровня на 16 *м*. Скважина на ст. Нижне-Увельской пересекла граниты под толщей меловых пород и коры выветривания на глубине от 107 до 147 *м*. При откачке дебит ее был равен 0,40 *л/сек* при понижении уровня на 58 *м*. Вода в указанных скважинах, пройденных в гранитах и сланцах, пресная с сухим остатком до 1,3 *г/л*.

Как уже отмечалось выше, водообильность палеозойских пород возрастает в тектонически нарушенных зонах. В частности, трещиноватая водообильная зона отмечена А. Е. Окиншевичем вдоль упоминавшегося выше уступа от восточного склона Урала к Зауральской равнине, проходящего у западных берегов озер Первого, Смолина, Синеглазова. Эта же водообильная зона, повидимому, продолжается к северу до пос. Муслю-

Библиотека Географического Общества Союза ССР

мово и далее, где обильная водоносность обнаружена в серпентинитах, которые в других местах обычно почти безводны. Скважины, пробуренные здесь в 1955 г., имели дебит до 10 *л/сек* при небольших понижениях уровня.

При заложении скважин в гранитах, сланцах и других породах также необходимо пользоваться геофизическими методами.

ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ МЕЛОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ

Как уже указывалось выше, нижнемеловые континентальные отложения не имеют сплошного распространения. Они заполняют депрессии в палеозойском фундаменте — карстовые впадины и впадины типа ложбин эрозионного характера. Водоносными являются слои и линзы грубообломочных и песчаных пород.

Для водоснабжения сельского хозяйства водоносные горизонты в нижнемеловых отложениях имеют весьма небольшое значение. В западных районах, в области развития палеозойских пород на восточном склоне Урала, вместе с верхнемеловыми осадками образуют замкнутые артезианские бассейны (Замарайский, Каквинский, Коркинский); восточнее, в Алапаевском, Сухоложском, Богдановическом районах, эти отложения мало водоносны и лежат на водообильных известняках. В более восточных районах, уже в области погружения палеозойского фундамента, наблюдаются весьма обширные депрессии (Сосьвинская, Камышловская, Черноскутовская) с нижнемеловыми главным образом прибрежно-морскими отложениями. Только в некоторых из этих депрессий, в их западных частях, вскрываются пресные воды, в большинстве же случаев водоносные горизонты в нижнемеловых отложениях содержат соленые воды. Так, в северной части Зауралья, в поселках Гари и Андрюшино, буровые скважины встретили в нижнемеловых песках и песчаниках на глубине 300—450 *м* напорный горизонт соленых вод с растворенным газом и с минерализацией 4,7—9,4 *г/л*. В Камышловском районе скважины вскрывали напорные воды в нижнемеловых отложениях на глубине 180—210 *м*, минерализация воды 4,7 *г/л*. В районе Тюмени минерализация вод в отложениях нижнего мела достигает 6—20 *г/л*.

Южнее, в долине р. Миасса у с. Белоярского, скважина, пройденная в 1954 г. Уральским геологическим управлением, вскрыла на глубине 177 *м* сильно водоносные пески континентальных меловых отложений. Дебит скважины около 15 *л/сек* при самоизливе. Пьезометрический уровень устанавливается на высоте около 10 *м* выше устья скважин. Вода солоноватая.

Среди меловых отложений выдержан, широко распространен и представляет наибольший интерес с точки зрения использования для нужд сельского хозяйства водоносный горизонт верхнемеловых (сеноман-сантонских и кампанских) кварцевых и глауконито-кварцевых песков и песчаников. В западных районах Зауралья этот горизонт выходит на поверхность в долинах рек; к востоку он погружается и вскрывается скважинами: в Камышловском районе на глубине 90—150 *м*, в Пышминском — 180—250 *м*, Талицком — 250—300 *м*, Тугулымском — 350—450 *м*, а в Тюмени — уже на глубине 550—600 *м*.

На Южном Урале, обнажаясь в долинах рек Уй и Тобола, верхнемеловые отложения погружаются к северо-востоку. По линии железной дороги Челябинск—Курган пески и песчаники верхнего мела вскрыты скважинами: в Щучье на глубине 120—180 *м*, в Шумихе — 247—286 *м*, около Кургана (пос. Ново-Сидоровка) — 320 *м* (на отметке—200 *м*).

Водоносные пески и песчаники верхнего мела почти на всей площади (исключая самые западные районы) перекрыты водоупорной толщей мергелистых глин, мергелей и аргиллитов маастрихта. В западных и южных районах водоносный горизонт песчаников верхнего мела иногда связан с вышележащим водоносным горизонтом в опоковой толще палеогена.

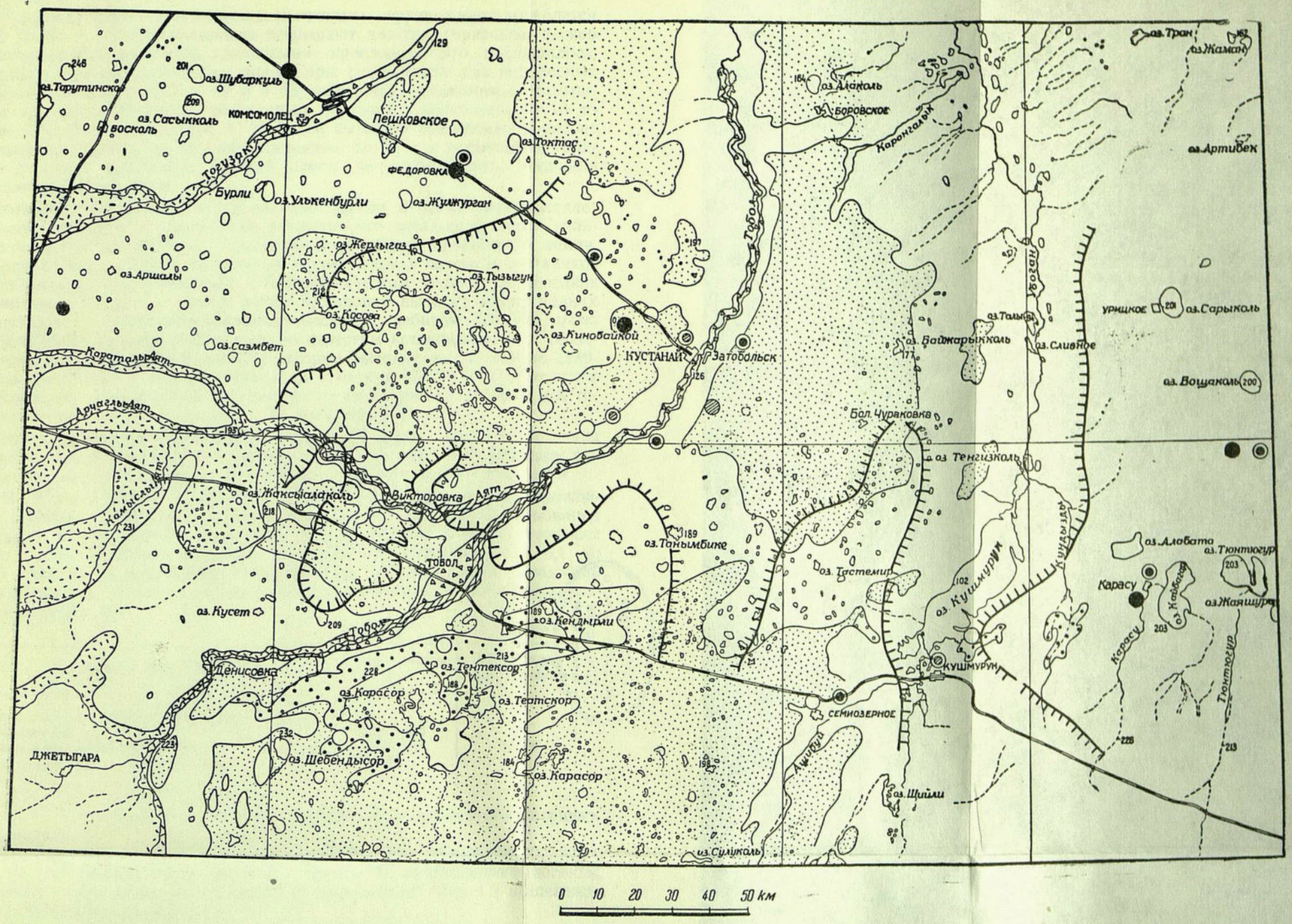
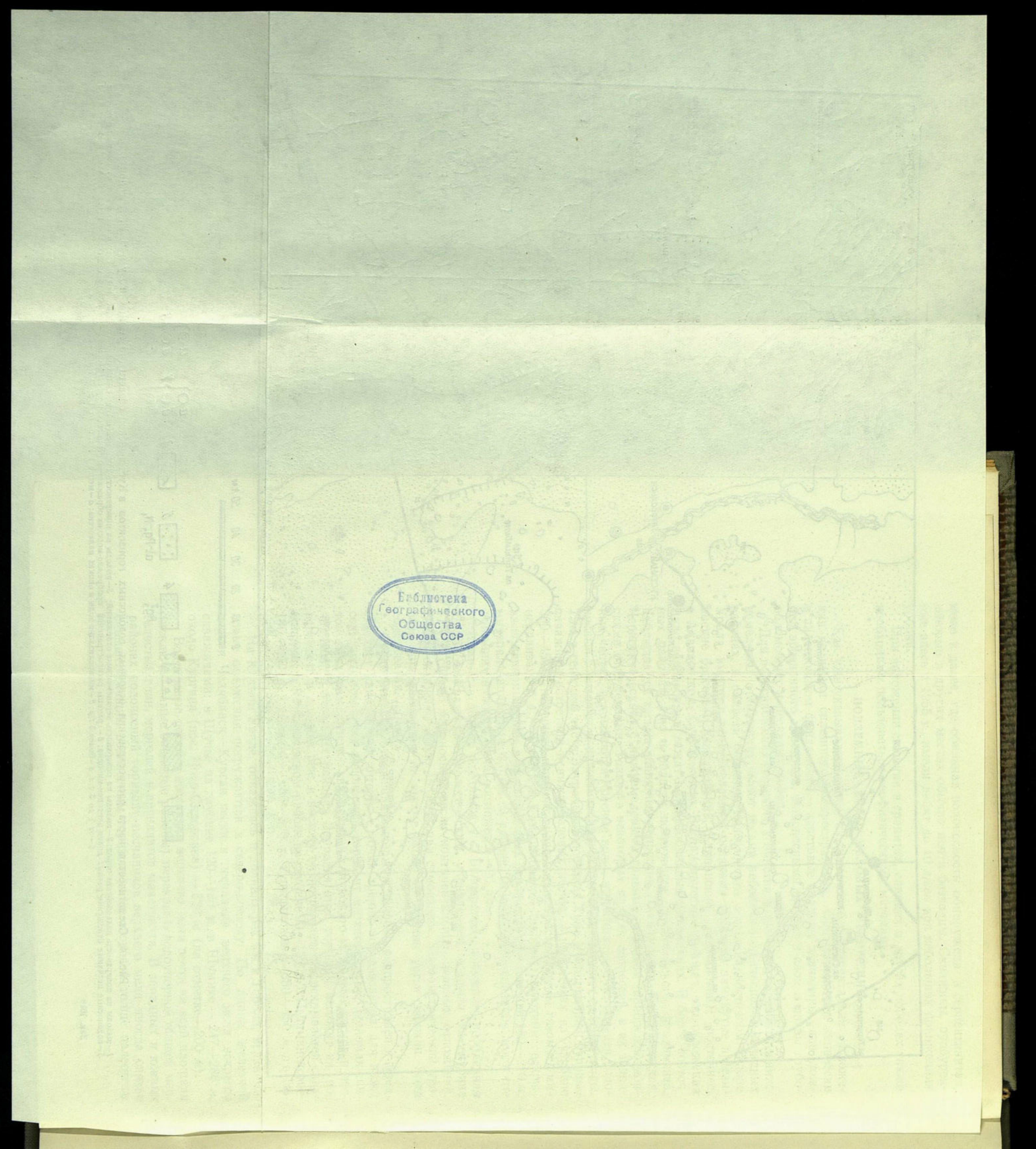


Рис. 4. Схематическая карта распространения основных водоносных горизонтов в Кустанайской области (по А. П. Сигову и В. И. Антипину)

1—выходы на поверхность палеозойских пород; *2*—выходы на поверхность верхнемеловых отложений; *3*—выходы на поверхность опок палеогена; *4*—площади со слабо водоносными песчаными отложениями неогена *5*—водоносные песчаные отложения речных долин олигоцен-миоцена; *6*—границы распространения прибрежно-морских образований сеноманской трансгрессии; *7*—минерализация воды в песках неогена: *а*—менее 1 *г/л* *б*—от 1 до 3 *г/л*, *в*—более 3 *г/л*; *8*—минерализация воды в опоках палеогена: *а*—менее 1 *г/л*, *б*—от 1 до 3 *г/л*, *в*—более 3 *г/л*

Зак. 1018


Библиотека
Географического
Общества
Союза ССР

В восточных районах вместе с увеличением мощности верхнемеловых отложений в составе их все больше преобладают аргиллиты и глины, а на самом востоке появляются опоки и опоковые глины.

Мощность водоносных песков и песчаников верхнего мела колеблется от 5 до 50 *м*. Иногда скважины вскрывают два-три горизонта песков и песчаников, разделенных глинистыми прослоями. Это наблюдалось, например, при проходке скважины в Гари, где вскрыты два водоносных горизонта мощностью 28 и 40 *м* и по некоторым скважинам в Камышлове, где общая мощность водоносных горизонтов колеблется от 15 до 35 *м*. В Челябинском районе А. П. Сигов выделяет водоносный горизонт песчаников кампана со средней мощностью до 23 *м* и водоносный горизонт песков и песчаников аятской свиты сеноман-сантона, мощность которой достигает 60 *м*.

Водоносный горизонт верхнемеловых песков и песчаников обладает большим напором и обычно при вскрытии его скважиной вода изливается из нее или уровень устанавливается вблизи поверхности земли. В долинах рек западных районов из верхнемеловых песков и песчаников часто выходят источники. Так, в Богдановическом районе, в поселках Троицком и Байнах, в долине речки Калиновки выходит много мелких источников из глауконито-кварцевых песков, с дебитом 0,2—0,3 *л/сек*. В Каменск-Уральском районе хорошо известны источники в пос. Черноскутове (Черноскутовские ключи), которые выходят из глауконито-кварцевых песчаников в долине р. Исети на отметках 103—115 *м*. Источники каптированы водозаборной галереей на протяжении около 100 *м* и в течение последних 15 лет дают до 30 *л/сек* хорошей воды.

На р. Синаре, в окрестностях дер. Крайчиково, выходит источник Ржавец в виде двух струй с дебитом около 30 *л/сек*. Этот источник выходит из опоково-кварцевых песчаников, ниже которых лежат пески.

На Южном Урале, в долине р. Аят, в районе Аятского месторождения оолитовых железных руд, мелкие источники выходят из основания рудного пласта между поселками Варваринским и Асенкритовским (рис. 4). Н. И. Евсеев отмечает, что дебит их колеблется от 0,1 до 0,35 *л/сек*. Вода источников, выходящих из верхнемеловых отложений в долинах рек западных районов Зауралья, пресная, мало минерализованная (табл. 1).

Таблица 1

Источник и место его выхода	Сухой остаток *мг/л*	Жесткость, нем. градусы
Источники в долине рч. Калиновки. Богдановический р-н	200—300	—
Черноскутовские источники	200—250	6—16
Источник № 4 в долине р. Аят	285	—

По составу солей вода относится к типу гидрокарбонатной натриево-кальциевой.

Питание водоносного горизонта верхнемеловых отложений происходит за счет инфильтрации осадков в местах его неглубокого залегания, а также за счет воды, поступающей из палеозойских пород и вышележащего опокового горизонта.

Дебит скважин, вскрывающих верхнемеловой водоносный горизонт к востоку от его выходов на поверхность, колеблется в значительных пределах и зависит от литологического состава отложений. При вскрытии песчаников, как правило, дебиты намного больше, чем при вскрытии песков, которые обычно мелкозернистые, вследствие чего их водоотдача очень небольшая; часто пески плывут и образуют пробки в скважинах.

В табл. 2 приводятся некоторые данные о мощности водоносных песков и песчаников, вскрытых скважинами, о дебитах скважин и о качестве воды.

Из табл. 2 видно, что по мере удаления на восток от выходов палеозоя на Урале и погружения верхнемеловых отложений быстро нарастает минерализация воды в верхнемеловых песках и песчаниках и она становится непригодной для питья. В некоторых районах вода из этого горизонта, как и нижележащего горизонта нижнего мела, насыщена газом, в составе которого 95% метана.

Таблица 2

Местонахождение скважины	Глубина встречи водоносного горизонта *м*	Мощность водоносного слоя *м*	Глубина пьезометрического уровня *м*	Дебит *л/сек*	Сухой остаток *г/л*
Пос. Романовка	85	5	Самоизлив	20	0,7
Пос. Гари	260—312	28+40	»	0,2	2,3
Пос. Андрюшино	293	23	»	—	3,2
Пос. Ерзовка, скв. № 8	32	14	»	10	1,4
С. Елань	—	—	—	—	2
Камышловский район	75—40	15—35	Самоизлив	1—3	1,5—2,5
Дер. Черноскутово	0—20	15—20	»	—	0,25
Пос. Батуринский (Челябинский угольный бассейн)	50	20—35	7	4,5	0,4—1,0
По р. Миасс, от Пос. Миасского до Пос. Красноярского	36—136	7—50	Самоизлив	1,5—12	0,2—0,4
Курорт оз. Горькое	—	—	—	—	2,0
Ст. Шумиха	240	45	—	—	—
Г. Кустанай	50	50	36	2,3	3,0

На прилагаемой схеме (см. рис. 1) показана восточная граница возможного использования воды водоносного горизонта в верхнемеловых песках и песчаниках. К востоку от этой границы водоносный горизонт залегает глубоко, а воды его очень минерализованы и насыщены газом. Более надежный для этих районов водоносный горизонт находится в палеогеновых опоках.

ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ ГОРИЗОНТА ОПОК И ПЕСЧАНИКОВ ТАСАРАНСКОЙ СВИТЫ ПАЛЕОЦЕН-ЭОЦЕНА

В Зауральском артезианском бассейне наиболее важным по производительности и качеству воды является горизонт напорных пластово-трещинных вод в толще опок и опоковых песчаников тасаранской свиты верхнего палеоцена — нижнего эоцена.

Опоки — глубоководные морские отложения. Это светлосерые глинистые и темносерые кремнистые породы, основная масса которых представлена пелитовой фракцией и на 80—90% состоит из овальных телец опала с примесью глинистых минералов, кварца, глауконита и полевых шпатов. Крепкие кремнистые опоки более тяжелы, при расколе дают характерную раковистую поверхность излома. Они обычно трещиноваты и заключают в себе обильные подземные воды. Среди толщи опок часто наблюдаются прослои алевролита и мелкозернистого песчаника кварцево-глауконитового состава с опоковым цементом.

На западе, на границе с выходами палеозоя на Урале, в Алапаевском, Коптеловском, Егоршинском, Сухоложском, Богдановическом, Каменском районах Свердловской области, а также в Буринском, Кунашакском и более южных районах Челябинской области опоки выходят на поверхность, будучи прикрыты маломощным чехлом четвертичных отложений. Они обнажаются также в глубоко врезанных долинах рек Ирбита, Пышмы, Исети, Течи, Миасса, Уя, Тобола и некоторых притоков этих рек.

В Среднем Зауралье, в пределах Свердловской области, в соответствии с общим пологим падением мезо-кайнозойских пород на восток, по мере продвижения в этом направлении опоковый горизонт вскрывается скважинами на все большей глубине. В Зайковском, Ирбитском, Богдановическом, Камышловском, Пышминском, Катайском, Далматовском, Шадринском, Уксянском районах в долинах рек он вскрывается на глубине 20—40 *м*, а на водоразделах на глубине до 80—85 *м*.

В Южном Зауралье, где породы погружаются от Кустанайского вала на северо-восток, опоковый горизонт, обнажаясь в долинах рек Тобола и Уя встречается в Октябрьском и Сафакулевском районах на глубине 60—80 *м*, а в Юргамышском и Курганском на глубине 110—140 *м*.

Толща опок тасаранской свиты в Среднем и Южном Зауралье кверху постепенно сменяется водоупорными трепелами и диатомитами верхнего эоцена, поэтому кровля опокового горизонта не всегда отбивается четко. По этой причине изолинии кровли опокового горизонта, представленные на схеме гидрогеологического районирования (см. рис. 1), не отражают точно ее положение.

Почва опоковой толщи отбивается более четко. В основании толщи в западных районах ее распространения лежат алевролиты и глауконито-кварцевые песчаники, а в восточных — темносерые глины, относимые к низам палеоцена и верхам верхнего мела. Иногда опоковая толща лежит непосредственно на мергелях и серовато-зеленых аргиллитах маастрихта.

Мощность опокового горизонта колеблется в больших пределах. На западной границе его распространения она уменьшается до 2 *м*, а к востоку постепенно увеличивается и доходит в Талицком районе (скважина № 1) до 100 *м*. Далее к востоку мощность опоковой толщи постепенно уменьшается; в Тугулымском районе, по данным скважины 2-РМ, она равна 46 *м*, а к Тюмени опоковый горизонт постепенно выклинивается, фациально замещаясь глинами. Выклинивание опокового горизонта также наблюдается и на юге, к востоку от г. Кургана.

Как уже указывалось выше, наблюдаются две разновидности опок: 1) глинистые, более светлые, менее трещиноватые и 2) кремнистые, более темные, крепкие, трещиноватые. Кремнистые опоки обычно наблюдаются среди глинистых опок в виде одного, двух и трех слоев. Чем далее к востоку, количество и мощность слоев кремнистых опок уменьшаются, а к востоку от Талицы (в Среднем Зауралье) и от Юргамыша (в Южном Зауралье) развиты только глинистые опоки и опоковидные глины. С таким распределением опок связано постепенное уменьшение их водообильности к востоку.

Опоковый водоносный горизонт вскрыт многочисленными скважинами, пробуренными конторами Водстроя и различными геолого-разведочными организациями в Свердловской, Челябинской и Курганской областях. В течение многих лет в районах Зауралья эксплуатируется несколько сотен скважин, обеспечивающих водой опокового горизонта колхозы, совхозы, МТС и мелкие промышленные предприятия.

Воды опокового горизонта напорные: подстилаются и покрываются слоями водонепроницаемых глинистых пород. Пьезометрический уровень водоносного горизонта устанавливается неглубоко от поверхности земли, а в долинах некоторых глубоко врезанных рек наблюдается иногда самоизлив воды из скважин. На водоразделах уровень воды в скважинах доходит до 30 *м* от поверхности.

Водообильность опокового горизонта колеблется в больших пределах и зависит от количества и мощности прослоев трещиноватых кремнистых опок. Как правило, она убывает с запада на восток. Особенно водообильными районами являются следующие.

1. Район Буланашского месторождения бурых углей. Огромные притоки воды из опокового горизонта весьма осложнили вскрытие месторо-

ждения. Приток воды в первый проходившийся ствол (шахта Б-I) диаметром 5,5 *м* при пересечении опок достигал 140 *л/сек*. В 1951—1954 гг. из всех шахт Буланашского месторождения откачивалось от 350 до 475 *л/сек*. Радиус воронки депрессии достигал 5 *км* в меридиональном направлении и 3 *км* в широтном.

2. Район г. Ирбита. Водоснабжение населения, предприятий и учреждений города основывается на водах опокового горизонта, вскрытого многочисленными скважинами в самом городе и его окрестностях.

3. Район правобережья р. Течи. В Далматовском и Уксянском районах дебит скважин, пробуренных в 1954 г. Уральской гидрогеологической экспедицией, доходит до 20 *л/сек* при небольших понижениях уровня.

Таким образом, устанавливается, что наиболее водообильные опоки в западных районах, расположенных вблизи выходов палеозойских пород на Урале. Восточнее, в Еланском, Пышминском, Шадринском, Каргапольском, Курганском районах, производительность скважин уменьшается, хотя мощность толщи не увеличивается. Это объясняется уменьшением, а иногда и выпадением из разреза прослоев кремнистых трещиноватых опок. Максимальный дебит скважин здесь 3—5 *л/сек*, а в случае встречи скважиной только глинистых опок, не более 1 *л/сек*. Наконец, в крайних восточных районах — к востоку от линии Талица—Бутка — Ольховка—Каргополье—Юргамыш — максимальный дебит скважин в редких случаях более 1—1,5 *л/сек*.

Запасы воды в опоковом горизонте Зауральского артезианского бассейна огромны. Питание его происходит за счет большой площади выходов на поверхность на западе и инфильтрации осадков и поверхностных вод через вышележащие четвертичные и неогеновые отложения. На огромной площади бассейна скважины разбросаны настолько редко и дают так мало воды, что в настоящее время их эксплуатация почти не сказывается на запасах воды. Поэтому опоковый водоносный горизонт можно рекомендовать как наиболее продуктивный в Зауралье, на котором можно обосновать водоснабжение колхозов, совхозов и сельскохозяйственных предприятий многих районов Свердловской, Челябинской и Курганской областей.

В табл. 3 дается характеристика опокового горизонта по отдельным районам.

Минерализация воды опокового горизонта от 0,2 до 5—8 *г/л* и более. Довольно хорошо устанавливается зависимость минерализации от глубины залегания водоносного горизонта и расстояния пунктов опробования от основных площадей питания и от дренирующих рек.

В западных районах, вблизи основных площадей питания водоносного горизонта, при неглубоком его залегании распространены пресные, мало минерализованные гидрокарбонатно-кальциевые воды.

Ниже приводятся типичные химические составы воды по двум пробам из западных районов, выраженные в виде формулы Курлова.

28/II 1953 г. Шахта Буланаш V $M_{0,38}\frac{HCO^3_{36}Cl_7SO^4_4}{Ca_{39}Na_{32}Mg_{28}}$ (жесткость 12°)

30/IX 1950 г. с. Галашка Богдановического района $M_{0,41}\frac{HCO^3_{91}SO^4_6}{Ca_{35}Na_{34}Mg_{30}}$ (жесткость 14°)

В более восточных районах Среднего Урала, где водоносный горизонт погружается на значительную глубину и атмосферные воды, проникая сквозь толщу покрывающих пород, насыщаются солями, минерализация воды опокового горизонта возрастает; в составе солей увеличивается количество NaCl и SO_4. В Камышловском, Пышминском и в западной части Талицкого районов минерализация воды опокового горизонта в некоторых скважинах достигает 1—1,2 *г/л*. К востоку от Талицы минерализация воды опокового горизонта возрастает до 2,5—3 *г/л*. По химиче-

скому составу вода становится хлоридно-натриевой. Так, анализ воды из скважины, пробуренной в 1954 г. Уральской гидрогеологической экспедицией на территории колхоза им. Кузнецова, в дер. Зырянке Талицкого района, показал следующий химический состав ее.

$$M_{2,37}\ \frac{Cl_{86}HCO^{3}_{13}}{Na_{86}Ca_{6}}$$

Минерализация воды опокового горизонта возрастает также к югу — в Челябинской, Курганской и Кустанайской областях, особенно на обширных водораздельных пространствах. Это объясняется увеличением сухости климата, большим испарением с почвы, осолонением почвы и насыщением солями фильтрующихся книзу атмосферных осадков. Замедленное движение подземных вод на водораздельных плато усиливает процесс накопления солей в воде. Особенно возрастает минерализация в тех случаях, когда в мезозойских породах наблюдаются прогибы в виде

Таблица 3

Район	Глубина залегания опок от поверхности земли *м*	Абс. отм. залегания опок *м*	Мощность, *м*	Глубина пьезометрического уровня *м*	Максимальный дебит скважины *л/сек*	Сухой остаток *г/л*
	Свердловская область					
Зайковский	30—50	90—110	5—10	5—15	5—8	0,5—0,7
Ирбитский	25—60	40—65	10—20	3—17	5—8	0,4—0,7
Еланский	45—130	40—0	10—15	3—40	3—5	0,7—1,2
Егоршинский	5—20	130—150	10—15	1—5	5—10	0,2—0,5
Сухоложский	5—25	120—160	5—10	5—15	5—8	0,2—0,5
Богдановический (восточная часть)	5—75	90—160	10—15	4—20	5—10	0,4—0,8
Камышловский	20—80	60—80	10—30	1—30	5—8	0,7—1,2
Пышминский	45—85	40—60	20—50	+1—15	5—7	1,2—1,5
Талицкий	40—140	+30 (30)	30—70	3—15	2—3	1,2—2,5
Тугулымский	80—150	40—70	40—70	3—20	1	2,5—4,5
Буткинский	120	0		10—15	1	1,5—3,0
Каменск-Уральский (восточная часть)	0—15	120—165	4—10	0—10	2—4	0,5—0,8
	Курганская область					
Катайский	0—50	90—110	10—15	0—10	5—8	до 1,0
Далматовский	25—85	90—60	15—50	10—15	8—12	0,8—1,5
Шадринский	40—86	40—50	15—50	5—15	5—8	1,0—2,0
Батуринский	50—85	40—50	15—50	5—15	5—8	1,0—2,0
Каргапольский	50—85	0	20—50	5—26	3—5	0,8—2,5
Уксянский	30—60	60—85	15—25	2—8	10—15	0,5—0,9
Галкинский	70—80	85—70	30—40	10—20	3—4	1,0—1,5
Кировский	80—90	60—50	30—40	10—15	2—3	1,0—1,5
Щучинский	20—70	90—80	30—40	5—15	3—4	0,8—3,7
Сафакулевский	70—80	120—110	—	—	1—3	3,0—7,0
Шумихинский	70—80	80—70	30—40	5—15	2—3	1,0—1,5
Мишкинский	80—90	70—60	30—50	8—15	2—3	1,0—2,0
Юргамышский	110—140	50—30	30—50	12—15	1—2	2,0—3,0
Курганский	40—120	50—40	25—30	10—15	1—2	2,0—3,0
	Челябинская область					
Бродокалмакский	0—20	160—140	5—30	2—35	—	0,2—0,8
Красноармейский	0—15	170—160	4—20	0—30	1—5	0,3—0,8
Еткульский (восточная часть)	50—90	160—110	2—15	—	—	—
Увельский (восточная часть)	50—60	165—140	—	—	—	—
Октябрьский	60—80	130—120	—	10—30	—	2,0—4,0
Троицкий (восточная часть)	0—80	200—160	—	—	—	—
Каракульский	0—70	150—120	—	0—30	—	1,5—4,0

больших плоских мульд и образованные в них застойные бассейны подземных вод.

В связи с изложенным выше, при общем возрастании засолонения воды к востоку и к югу, нередко наблюдается некоторая пестрота в размещении вод разной степени минерализации. Так, повышенная минерализация встречена в связи с наличием застойных подземных бассейнов в крайних западных районах Курганской области — Щучинском (оз. Горькое, 3,7 *г/л*) и Сафакулевском (Яланский мясосовхоз, от 3,4 до 7 *г/л*). В то же время значительно восточнее, в Батуринском, Кировском, Мишкинском и других районах, засоленность воды часто не достигает указанных величин (см. табл. 3).

На схеме гидрогеологического районирования (см. рис. 1) показана граница, к востоку и к югу от которой использование вод опокового горизонта для нужд сельского хозяйства нецелесообразно вследствие глубокого залегания горизонта и большой минерализации воды. Сравнительно мало возможностей для использования вод опокового горизонта в Кустанайской области, несмотря на сплошное распространение этого горизонта и неглубокое залегание его от земной поверхности. Лишь на отдельных участках интенсивного водообмена, вблизи мест дренирования, воды опокового горизонта менее минерализованы. В качестве примера можно привести район восточного берега оз. Кушмурун, где воды опок используются для водоснабжения одноименной железнодорожной станции. Здесь из трех шахтных колодцев и трех скважин обеспечено получение 20—25 *л/сек* воды с минерализацией 1,5 *г/л*.

На всей остальной части области, вдали от мест интенсивного дренажа, воды опокового горизонта, как правило, солоноватые и соленые и могут быть использованы только в крайнем случае и лишь для водопоя животных.

Вследствие того что воды нижележащих меловых и палеозойских горизонтов также соленые, поиски подземных вод для водоснабжения сельскохозяйственных предприятий Кустанайской области на водораздельных пространствах следует вести среди неогеновых и четвертичных отложений.

Заканчивая характеристику водоносного горизонта опоковой толщи палеогена, необходимо еще раз подчеркнуть следующее:

1) опоковый водоносный горизонт имеет большое народнохозяйственное значение в районах Среднего Зауралья и северной части Южного Зауралья;

2) минерализация вод опокового горизонта увеличивается в направлениях с запада на восток и с севера на юг;

3) в некоторых районах возможно подпитывание вод опокового горизонта солеными водами нижележащего верхнемелового горизонта.

По данным, приведенным выше в табл. 3, можно приближенно определить глубину заложения скважин, рассчитанных на вскрытие вод опокового горизонта, а также возможный дебит скважин и минерализацию вод. Эта таблица составлена применительно к административным районам Свердловской, Челябинской и Курганской областей.

ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ ВЕРХНЕПАЛЕОГЕНОВЫХ И НЕОГЕНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ

Воды морских отложений эоцен-олигоцена

В Зауралье выше опоковой толщи палеоцена-эоцена в виде сплошного покрова залегают светлосерые диатомиты (акчатская свита эоцена) и бейделлитовые серовато-зеленые глины (чеганская свита олигоцена). Эти отложения образуют мощный водоупорный слой в кровле Зауральского артезианского бассейна. В то же время они являются водоупорной почвой для вышележащих отложений неогена.

Среди диатомитов и зеленых глин почти всегда встречаются тонкие прослои, небольшие линзы или гнезда мелкозернистого песчаного, иногда сцементированного материала, мощностью от нескольких сантиметров до 1—2 *м*. Эти прослои, напитанные водой, не образуют общего водоносного горизонта, а представляют собой разрозненные мелкие участки подземных вод.

Несмотря на малую водоотдачу песков и незначительные вследствие этого дебиты скважин, мелкие водоносные прослои в диатомитах и зеленых глинах имеют большое практическое значение для восточных районов Свердловской, Курганской и Челябинской областей и некоторых районов Тюменской области, где нижележащий опоковый горизонт залегает глубоко и уже не содержит кремнистых опок с хорошей водой.

Песчаные прослои в диатомитах и зеленых глинах эоцен-олигоцена были вскрыты многочисленными скважинами, пробуренными конторами Водстроя, Уральским геологическим управлением и другими организациями. Дебит этих скважин от 0,01 до 1 *л/сек*, чаще 0,1—0,4 *л/сек*, при понижении уровня воды на 10—15 *м*.

Следует отметить пестроту в минерализации вод песчаных прослоев в диатомитах и зеленых глинах. Наряду с хорошими пресными водами с общей минерализацией до 0,4—0,5 *г/л*, встречаются солоноватые воды с минерализацией 1,5—2 *г/л*. Степень минерализации зависит от глубины вскрытия песчаных прослоев: солоноватые воды вскрываются в песчаных прослоях нижней части толщи глин и диатомитов.

В табл. 4 приводятся данные, полученные при бурении скважин Уральским геологическим управлением в 1954—1955 гг.

Таблица 4

№ скважины	Местонахождение	Глубина вскрытия водоносного горизонта *м*	Статический уровень от поверхности *м*	Дебит *л/сек*	Понижение уровня *м*	Состав воды
20	Дер. Балаир, птицесовхоз, Талицкий район, Свердловской области	С 84 до 85,5 песок среднезернистый	19,8	1,27	31	$M_{0,38}\frac{Na_{86}Ca_{7}}{Cl_{60}HCO^{3}_{34}}$
18	Дер. Балаир, колхоз им. Кузнецова, Талицкий район	С 53,5 до 55 песок среднезернистый глинистый	+0,2	0,33	37	$M_{0,94}\frac{Na_{86}Ca_{7}}{HCO^{3}_{58}Cl_{42}}$
19	С. Козаковское, колхоз им. Куйбышева, Буткинский район, Свердловской области	С 54,6 до 55,6 прослой мелкозернистого песка	17,6	2,8	7,3	Сухой остаток 0,94 *г/л*
	С. Тугулым, колхоз им. Ленина. Тугулымский район, Свердловской области	С 84,20 до 84,50 песок крупнозернистый среди зелено-серых глин	—	0,3	50	Сухой остаток 2,9 *г/л* жесткость 19,70

В Южном Зауралье в пределах Челябинской и Курганской областей водоносные горизонты песчаников акчатской свиты и песчаных прослоев чеганской свиты в ряде пунктов эксплуатируются колодцами для местных нужд.

Глубина залегания водоносных горизонтов небольшая в западных районах, возрастает на восток. Песчаники акчатской свиты восточнее 63° в. д. уходят на глубину более 50 *м* и становятся уже недоступными для вскрытия их колодцами, тогда как олигоценовые пески местами залегают неглубоко вплоть до 64° в. д. Дебит обычно незначителен (0,2—

0,3 *л/сек*). В большинстве случаев воды пресные или слабо минерализованные (табл. 5).

Таблица 5

№ скважины	Местонахождение	Глубина вскрытия водоносных песков *м*	Статический уровень от поверхности, *м*	Дебит *л/сек*	Сухой остаток *г/л*
48	Пос. Анфалово. Красноармейский район, Челябинская область	16—18; песчаники акчатской свиты	Самоизлив	—	0,14
61	1-е отделение Яланского зерносовхоза. Сафакулевский район, Курганская область	2—6; пески чеганской свиты	1,6	—	1,2
60	Пос. Александровка. Щучанский район	2—7; пески той же свиты	1,0	—	1,1
84	Пос. Ольховка. Уксянский район	23,6—27,6; песчаники акчатской свиты	5,1		1
83	Пос. Мироново. Батуринский район	18; пески чеганской свиты	Самоизлив	0,2	0,85
69	Пос. Карачельское. Шумихинский район	15—16; песчаники акчатской свиты	„	0,3	0,5
72	Пос. Карасинское. Мишкинский район	12—14; пески чеганской свиты	„	0,03	0,3
55а	Пос. Камаган. Юргамышский район	8; пески чеганской свиты	„	—	0,9
—	Пос. Новоиковский. Чашинский район	125,2; пески акчатской свиты	—	—	18,4

Согласно имеющимся данным, еще южнее, в Кустанайской области, вода в песчаных прослоях среди диатомитов и зеленых глин эоцен-олигоцена минерализована настолько, что для питья непригодна (см. табл. 6).

Таблица 6

Водопункт	Глубина отбора пробы воды *м*	Содержание *г/л*		Жесткость нем. градусы
		Cl	SO_4	
Скважина в пос. Такырколь .	73,3—77,1	6,6	3,4	298
Скважина Конезавода № 116 .	20,0—22,0	3,9	0,2	305
То же	30,5—31,5	4,4	0,3	305

Большое содержание сульфатов в воде следует связывать с наличием в зеленых глинах включений марказита, пирита, сферосидерита, гипса.

К востоку от линии Тюмень—Курган использование для водоснабжения водоносных горизонтов в песчаных прослоях среди диатомитов и глин эоцен-олигоцена уже невозможно из-за большой глубины залегания этих отложений и засолонения вод (в Тюменской опорной скважине № 1-Р эоценовые диатомиты вскрыты на глубине 157,5 *м*, а свита зеленоватых и желтовато-серых глин нижнего и среднего олигоцена пересечена в интервале 54,15—157,5 *м*).

Условия эксплуатаций вышеописанных водоносных горизонтов на водораздельных пространствах особо неблагоприятны: глубина до этих горизонтов больше, чем в долинах рек, минерализация вод обычно выше, а пьезометрический уровень в скважинах устанавливается на более или менее значительной глубине. Поэтому для междуречных пространств исключительно важное значение приобретают водоносные горизонты верхнетретичных (олигоценовых и миоценовых) континентальных отложений, развитых только на водоразделах.

Воды в континентальных отложениях олигоцена и миоцена

Во многих районах Зауралья водоснабжение населенных пунктов осуществляется из мелких колодцев, пройденных в песчано-глинистых отложениях среднего и верхнего олигоцена и миоцена.

В середине олигоцена третичное море, быстро отступая на восток, распалось на ряд озерных бассейнов. В наступивший затем континентальный период происходило преимущественное образование аллювиальных осадков, выпадавших в обширных озерных котловинах и широких руслах древних речных потоков. Вследствие этого средне-верхнеолигоценовые и миоценовые отложения не имеют сплошного распространения. Состав этих образований разнообразен, однако песчаные отложения занимают среди них наибольшее место, покрывая огромные водораздельные пространства южной и отчасти средней части Зауралья.

Прежде все континентальные третичные осадки относились к олигоцен-миоцену. В последние годы для района Аральского моря и Тургайской впадины проведено (А. Л. Яншин, В. В. Лавров и др.) более дробное стратиграфическое подразделение континентальных третичных отложений на ряд свит, нашедшее применение при последующем геологическом картировании Зауралья (А. П. Сигов, Н. Б. Малютин). С учетом выработанных новых стратиграфических подразделений в составе континентальных третичных осадков выделяются следующие водоносные горизонты.

Пески индрикотериевой свиты[1] среднего олитоцена имеют очень широкое распространение, особенно в восточных районах описываемой площади. Они залегают непосредственно под четвертичными суглинками или же перекрыты отложениями наурзумской, чаграйской, аральской и кустанайской свит, а подстилаются обычно чеганскими глинами.

Пески мелкозернистые или тонкозернистые, что обусловливает слабую их водоотдачу. Они нередко переслаиваются с зеленоватыми или шоколадно-коричневыми глинами, иногда нацело замещаясь ими. Мощность толщи 15—20 *м*, а во впадинах в «чеганском ложе» иногда до 80 *м*. Ниже уровня водного горизонта залегают плывуны. Глубина до водного горизонта в западных районах Курганской области от 1 до 10 *м*, восточнее она возрастает до 20—40 *м*.

Воды описываемого горизонта то имеют открытую поверхность то являются напорными. Так скважиной, заложенной в пос. Коровье, Мишкинского района, Курганской области, этот водоносный горизонт был вскрыт на глубине 41 *м*, вода же поднялась выше устья скважины и изливалась. Дебит колодцев очень небольшой, от 0,03 до 0,15 *л/сек* и редко до 0,3 *л/сек*.

Характеризующие описываемый водоносный горизонт данные приведены в табл. 7.

Воды олигоценовых песков в большинстве случаев пресные, но иногда минерализация их довольно высока. Так, по материалам гидрогеологической съемки В. Н. Кулаковой, в Троицком и Нижне-Увельском районах Челябинской области из 71 обследованного колодца в олигоцен-миоценовых песках 16 имели соленую и солоноватую, 7 щелочную и 49 пресную воду[2].

По материалам В. И. Антипина, минерализация воды в колодцах и скважинах, пройденных в олитоценовых песках в районах Курганской области, колеблется от 0,3 до 2 *г/л*, жесткость воды 8—20 нем. градусов.

---

[1] Индрикотериевая свита, отвечающая стадии регрессии олигоценового моря, включает в себя как континентальные, так и прибрежноморские отложения.

[2] Приведенные данные относятся к свитам континентальных третичных отложений.

Таблица 7

Местонахождение скважин	Глубина скважины *м*	Глубина залегания водоносных песков *м*	Глубина статического уровня *м*	Дебит *л/сек*
Дер. Турманово, Кировский район, Курганская область	13	12—12,6	Сведений нет	0,02
Пос. Могилевский, Чашинский район, Курганская область	17,4	9,4—17,4	6,9	0,03
С. Мишкино, Курганская область .	13	1,5—13,0	Сведений нет	0,04
Курорт „Озеро Горькое" (группа скважин)	—	0,1—19	0,1—8	0,01—0,02
Куртамышский район, Курганская область	26	11,7—26	19	0,4
С. Половинное. Усть-Уйского района, Челябинская область	120	6,5—14	8,6	0,02
Колхоз им. Нариманова, Троицкий район, Челябинская область . . .	90,7	0,3—9,0	3,6	0,1

Опробование воды песчаных горизонтов индрикотериевой свиты на территории Курганской области проведено в 1954 г. А. П. Сиговым. Результаты этого опробования даются в табл. 8.

Таблица 8

Местонахождение колодца	Глубина колодца		Сухой остаток *г/л*	Жесткость нем. градусы
	общая	до воды		
Пос. Притчино, Щучанский район . . .	4,1	2,5	0,31	16
Пос. Троицкое, Кировский район . . .	—	4,0	0,56	24
Пос. Боровое, Батуринский район . . .	2,5	1,4	0,58	30
Пос. Бобылево, Каргапольский район .	6,5	4,1	1,32	75
Пос. Маслейское, Мишкинский район .	—	5,0	0,49	17
Пос. Чекалино, Мишкинский район . .	—	5,5	0,27	18
Пос. Караси, Мишкинский район . . .	6,0	3,0	1,05	33
Пос. Окуневское, Юргамышский район	3,1	2,5	0,52	15

Значительно бóльшая минерализация воды (2,9 *г/л*) в песках упомянутой выше свиты отмечена сотрудниками Белозеровской партии Главнефтегазразведки у пос. Новиковского, Чашинского района, в буровой скважине с глубины 25,6 *м*.

Песчаные отложения индрикотериевой свиты среднего олигоцена в связи с широким распространением на водораздельных площадях, небольшой глубиной залегания и преобладанием пресных вод имеют важное практическое значение в обеспечении местных нужд в восточных районах Челябинской и в западных районах Курганской областей (рис. 5).

Песчаные отложения индрикотериевой свиты, имеющие широкое распространение в Кустанайской области, также отличаются очень небольшой водоотдачей. Кроме того, водообильность этого горизонта тесно связана с сезонными колебаниями осадков и температуры. Многочисленные колодцы в засушливые периоды и зимой заметно снижают свой дебит.

Вблизи долин рек, в условиях хорошего дренажа и постоянной циркуляции воды, колодцы вскрывают в песках индрикотериевой свиты мало минерализованные воды. Сухой остаток последних обычно 0,5—0,8 *г/л* (Кустанай, Соколовка, Сарбай). На водоразделах минерализация воды в песках индрикотериевой свиты очень большая и во многих случаях вода не пригодна для питья.

Горизонт песков и мелких галечников наурзумской свиты верхнего олигоцена пользуется значительно меньшим распространением,

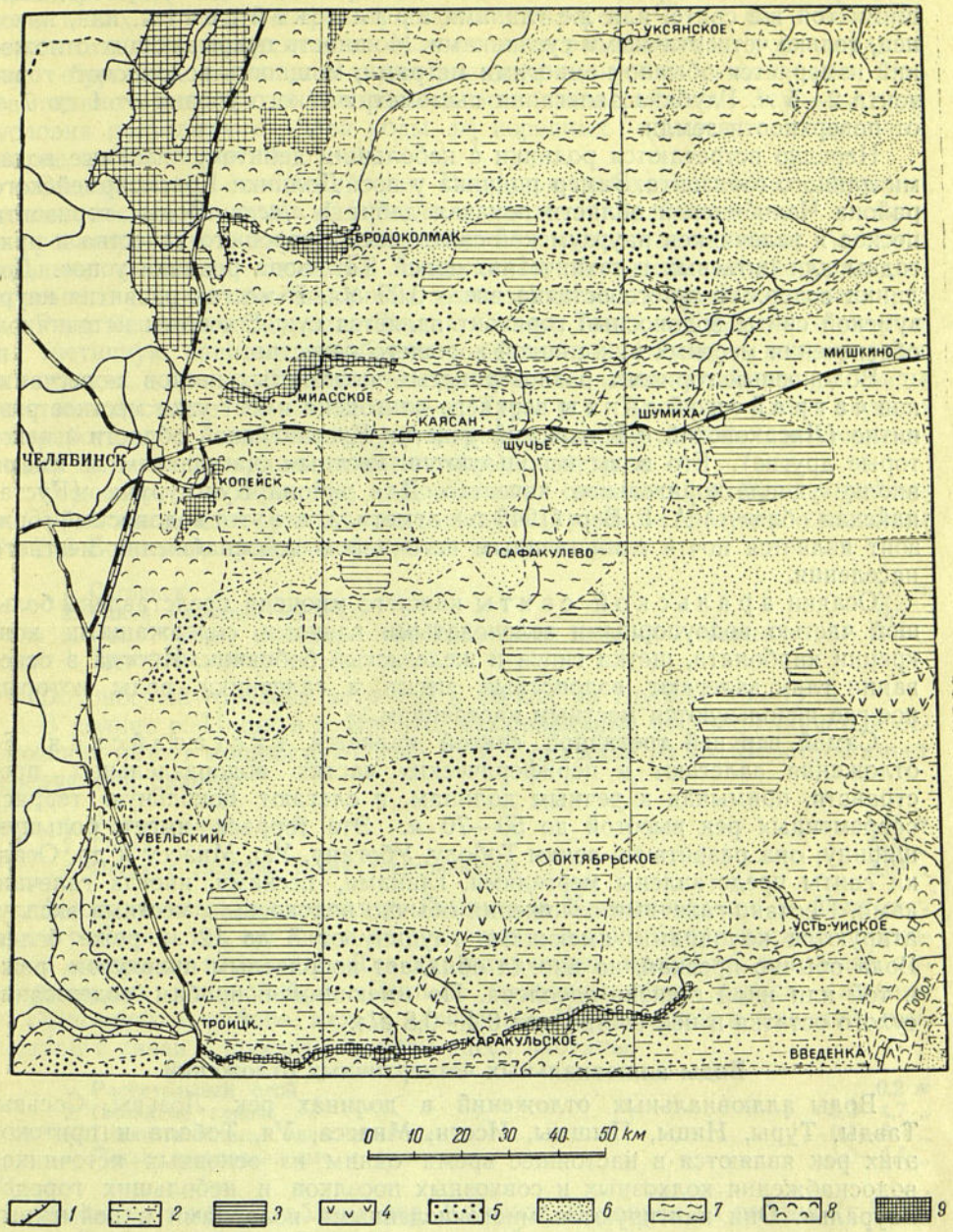


Рис. 5. Карта водоносности верхних горизонтов третичных отложений (по А. П. Сигову и В. М. Якушеву)

1—граница распространения палеозойских формаций; *2*—пресные и засоленные воды песчаных отложений кустанайской свиты; *3*—водоупорные глины аральской свиты, местами подстилаемые водоносными песками; *4*—безводные водопроницаемые песчаные отложения чаграйской свиты; *5*—пресные воды песчаных отложений наурзумской свиты; *6*—малодебитные пресные воды мелкозернистых песков индрикотериевой свиты; *7*—водоупорные глины чеганской свиты с малодебитными пресными водами в песчаных прослоях; *8*—водоупорные трепела—диатомиты акчатской свиты с локально водоносными прослоями песчаников; *9*—доакчатские толщи

чем только что описанный, и развит главным образом в западных районах Челябинской области, в некоторых смежных с ними районах Курганской области и в северной части Кустанайской области. Пески данного горизонта кварцевые, разнозернистые, преобладают крупные;

нередко содержат гравий и мелкую гальку кварца, которые образуют высыпки у выходов данной свиты на поверхность земли.

Пески иногда перекрыты белыми и пестрыми глинами, принадлежащими той же свите, или же глинами аральской свиты, или, наконец, только четвертичными суглинками. Мощность покрывающих отложений измеряется обычно немногими метрами, мощность водоносного горизонта 2—5 *м*. Глубина залегания пьезометрического уровня от 1 до 7 *м* от поверхности земли.

Нередко встречаются родники с небольшим дебитом, питаемые водами данного горизонта. Замер родника у пос. Долинки Красноармейского района Челябинской области показал дебит 1 *л/сек*. Воды горизонта песков и галечников наурзумской свиты всюду хорошего качества и пригодны для питьевых и технических целей. Так, вода родника у пос. Долинки содержит сухого остатка всего 0,29 *г/л*. В местах развития наурзумской свиты водоносный горизонт является существенным источником обеспечения местных нужд водой хорошего качества.

Водоносный горизонт разнозернистых железистых песков и песчаников чаграйской свиты верхнего олигоцена имеет узко местное развитие (Лисаковский и Кировский участки Кустанайской области и некоторые другие). Его воды используются местным населением и имеют вполне удовлетворительное качество. Для района Кушмуруна (Кустанайская область) А. Г. Бер (1948 г.) отметила, что этот водоносный горизонт является почти единственным источником водоснабжения местного населения.

Осадки аральской свиты нижнего миоцена представлены большей частью водоупорными зеленоватыми глинами, содержащими конкреции карбоната, щетки гипса и железистый бобовник. Иногда в основании глин залегают водоносные пески и галечники, воды которых кое-где используются местным населением.

Самой верхней третичной свитой является кустанайская. Ее отложения залегают в периферических частях водораздельных пространств, примыкая к речным долинам, и слагают цокольную террасу современных рек высотой до 50—70 *м*. Эта терраса имеет большую ширину; она развита по рекам Тоболу, Убогану, Ую, Миассу и др. Осадки свиты представлены мергелями, глинами, песками, иногда галечниками. Песчано-галечные отложения обычно водоносны и местами эксплуатируются колодцами, имеющими глубину от 5 до 12 *м*, реже более. Вода обычно пресная, но иногда обладает неприятным привкусом, реже в той или иной степени засолена. По имеющимся пробам содержание сухого остатка в ней составляет 0,4—0,8 *г/л*.

Воды аллювиальных четвертичных отложений

Воды аллювиальных отложений в долинах рек Лозьвы, Сосьвы, Тавды, Туры, Ницы, Пышмы, Исети, Миасса, Уя, Тобола и притоков этих рек являются в настоящее время одним из основных источников водоснабжения колхозных и совхозных поселков и небольших городов Зауралья. Они каптируются многочисленными колодцами в пойменных и надпойменных террасах рек.

Как правило, воды аллювиальных отложений отличаются хорошим качеством; они мало минерализованы, мягки. Однако вследствие того, что санитарная охрана мелких колодцев в центрах поселков довольно затруднительна, иногда наблюдается бактериальное загрязнение воды.

Ресурсы вод аллювиальных отложений Зауралья в долинах крупных рек достаточно велики для обеспечения потребностей мелких сельскохозяйственных предприятий, так как почти всегда аллювиальные воды связаны с русловыми водами рек; кроме того, во многих случаях аллювий дополнительно питается из водоносных горизонтов третичных, меловых и палеозойских пород, слагающих коренные склоны долин.

К сожалению, в последнее время при проектировании строительства сельскохозяйственных предприятий — МТС, животноводческих ферм пренебрегают водами аллювиальных отложений и возможностью устройства в них колодцев и фильтрационных галерей. Часто без необходимости относят предприятия на значительное расстояние от рек и практикуют буровые скважины в таких породах, где дебит их ничтожен. Это замечание относится в основном к восточным районам Зауралья, где условия получения хорошей воды из коренных третичных и меловых пород неблагоприятны.

Водоносность отложений рек Зауралья плохо изучена. Имеются только весьма скудные материалы исследований, проведенных в связи с проектированием плотин и с разведкой строительных песков. Аллювиальные отложения Зауралья отличаются большой неоднородностью состава и общим преобладанием мелкозернистых глинистых песков.

Реки Северного Зауралья Лозьва, Сосьва, Тавда и Тура после выхода на третичную равнину приобретают медленное течение и меандрируют в широких долинах. Так, например, ширина заливной долины р. Тавды местами достигает 28 *км*. Долина р. Туры у г. Туринска имеет хорошо разработанную корытообразную форму с асимметричными выположенными склонами шириной в несколько километров.

О мощности и характере аллювиальных отложений р. Туры в районе г. Туринска можно судить по приведенному ниже разрезу скважины № 266 Водстроя, пройденной в 1 *км* от русла реки:

1. Суглинок	2,0 *м*
2. Глина иловатая песчаная	6,6 „
3. Песок, вверху мелкозернистый, внизу более крупный с галькой	13,4 „
4. Третичные глины.	

Водоносный горизонт встречен в песках на глубине 10—11 *м*.

В долине р. Ницы, в г. Ирбите, аллювиальные песчано-глинистые отложения имеют мощность от 2 до 15 *м*. Скважина № 258 Водстроя имеет следующий разрез:

1. Растительный слой	1,35 *м*
2. Глина	6,00 „
3. Песок с галькой, глина трепеловидная	3,05 „

Аллювиальные отложения р. Пышмы в Камышловском и Пышминском районах, так же как и ее русловые воды, питаются водами третичного опокового горизонта. Для характеристики мощности и состава аллювиальных отложений р. Пышмы приводим ниже разрез аллювия в Пышминском районе, между деревнями Чернышевой и Савиной, изученной в связи с проектированием здесь плотины.

1. Растительный слой	0,2 *м*
2. Иловатые глины	0,5—4,7 „
3. Пески илистые, мелкозернистые	0,7—6,9 „
4. Пески разнозернистые с включением опок	1,0—4,5 „

Выше по течению, вблизи дер. Крутихи, Белоярского района (в 100 *м* ниже Крутихинской мельницы), аллювий лежит на элювии палеозойских пород. В основании разреза аллювия находятся песчано-галечниковые образования мощность до 2,5 *м*, местами содержащие щебенку коренных пород. А. А. Частовым здесь установлена хорошая связь вод реки с водами аллювия. Коэффициент фильтрации песчаного аллювия 0,0166 *см/сек*.

Река Миасс ниже г. Челябинска имеет широкую долину. Мощность аллювия редко более 5 *м*. Здесь также наблюдается питание аллювия водами третичных и меловых пород.

В долине р. Уя, в г. Троицке, многие колодцы пересекли гравелисто-галечниковый богатый водами аллювий мощностью около 6 *м*.

Разведочные работы на строительные пески в пойме р. Тобола, в 40—50 *км* вверх от г. Кустаная, установили, что пойменная терраса реки, имеющая ширину до 800—1000 *м*, сложена разнозернистыми песками с галькой и гравием, мощностью от 3 до 10 *м*. В нижней части пески более крупные. На некоторых участках аллювий лежит на мелкозернистых третичных песках. Воды аллювия тесно связаны с русловыми водами реки.

Как уже отмечалось выше, в Северном и Среднем Зауралье воды аллювия всюду слабо минерализованы. Сухой остаток их составляет не более 300—350 *мг/л*, жесткость 4—6°.

В южных степных районах Кустанайской области качество воды аллювия весьма пестрое. Здесь встречаются как пресные, так и соленые воды. Например, по данным Н. И. Евсеева, в долине р. Аят, в колодцах на ст. Николаевской содержание в воде хлоридов колеблется от 47 до 566 *мг/л*, а сульфатов от 135 до 420 *мг/л*. В пос. Асенкритовском хлориды содержатся в количестве 235—2832 *мг/л*, а сульфаты 150—900 *мг/л*. Воды аллювиальных отложений в долинах рек Зауралья являются крупным резервом и должны быть более интенсивно использованы для целей развития сельского хозяйства.

Согласно приведенным выше материалам Зауралье по обеспеченности водой и возможности использования подземных вод для водоснабжения сельского хозяйства резко делится на две части — северную и южную.

Северная часть (область к северу от железной дороги Челябинск—Курган) находится в благоприятных гидрогеологических условиях. Потребности сельского хозяйства в воде (для водоснабжения населенных пунктов, животноводческих ферм и для орошения полей) могут быть полностью удовлетворены путем использования напорных вод верхнемелового и палеогенового горизонтов обширного Зауральского артезианского бассейна. Лишь самые крайние восточные районы северной половины Зауралья лишены возможности использовать воды верхнемелового и палеогенового горизонтов вследствие большой глубины залегания и высокой минерализации вод. Водоснабжение этих районов необходимо базировать на использовании поверхностных вод и подземных вод верхних горизонтов в песчаных слоях верхнетретичных и четвертичных отложений.

Южная часть Зауралья, включающая районы Челябинской и Курганской областей, расположенные к югу от железной дороги Челябинск—Курган, а также северные районы Кустанайской области, находится в неблагоприятных гидрогеологических условиях. Горизонты верхнемеловых и палеогеновых вод Зауральского артезианского бассейна здесь содержат минерализованные воды, непригодные в большинстве случаев для использования.

Источниками водоснабжения в ряде этих районов могут быть малодебитные водоносные горизонты в верхнетретичных (олигоценовых и миоценовых) песках и воды четвертичных отложений. Распространение этих отложений, их литологический состав, водоносность и качество вод изучены недостаточно, поэтому в ближайшие годы здесь необходима постановка детальных съемочных гидрогеологических работ. В связи со сложными гидрогеологическими условиями Южного Зауралья, в этой области большое внимание необходимо обращать на регулирование и использование поверхностного стока.

ЛИТЕРАТУРА

Архангельский Н. И. Мезозойские отложения восточного склона Среднего Урала. Тр. Уральск. геол. упр., 1941.

Архангельский С. Д. Геологические исследования третичных и послетретичных образований на восточном склоне Среднего Урала в бассейнах рек Пышмы, Исети и Ирбита. Тр. ВГРО, вып. 227, 1932.

Безруков П. Л. Верхнемеловые и палеогеновые отложения бассейна р. Тобола. Бюллетень Моск. об-ва естествоисп. природы, т. XII, 1934.

Безруков П. Л. Палеогеновые морские отложения Урала. Объяснительная записка к геологической карте Урала масштаба 1 : 500 000. ГОНТИ, 1939.

Безруков П. Л. Меловые морские отложения Урала. Объяснительная записка к геологической карте Урала масштаба 1 : 500 000. ГОНТИ, 1939.

Борисов А. К. Очерк структуры Западно-Сибирской низменности. Изв. АН СССР, сер. геол., № 3, 1944.

Высоцкий Н. К. Очерк третичных и послетретичных отложений Западной Сибири, СПб, 1898.

Карпинский А. П. Третичные осадки восточного склона Урала. Записки Уральск. об-ва любителей естествозн., т. VII, вып. 3. 1889.

Краснопольский А. А. Геологические исследования и разведочные работы по линии Сиб. ж. д., вып. 20, СПб, 1898.

Кривцов А. И. К вопросу о стратиграфическом подразделении третичных отложений Челябинского района. Сов. геология, № 8—9, 1938.

Сигов А. П. Третичная Кустанайская свита северной части Тургайской низменности и юга Западной Сибири. Бюллетень МОИП, отд. геологии, т. 29/3, 1954.

Туаев Н. П. Очерк геологии и нефтеносности Западно-Сибирской низменности. Тр. Нефт. геол.-разв. ин-та, нов. сер., вып. 4, 1940.

Эдельштейн Я. С. Геологический очерк Западно-Сибирской равнины. Изв. Зап.-Сиб. отдел. Русс. географ. об-ва, т. V, 1926.

Яншин А. Л. Геология Северного Приуралья. Изд. Моск. об-ва испыт. природы, 1953.

В. С. ГВОЗДЕВ

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТНОГО СТОКА ДЛЯ ВОДОСНАБЖЕНИЯ ЦЕЛИННЫХ И ЗАЛЕЖНЫХ ЗЕМЕЛЬ ЗАУРАЛЬЯ

На обширных лесостепных и степных территориях, простирающихся к востоку от Уральских гор, имеются большие возможности для расширения сельскохозяйственного производства путем использования новых земель. Однако обработка целинных и залежных земель Зауралья затрудняется недостатком влаги, что особенно сильно ощущается в центральных и южных его районах. Уральский хребет заграждает доступ на восток влажным западным ветрам с Атлантического океана. Это обстоятельство в сочетании с жарким летом и частыми сухими восточными ветрами обусловливает общую сухость климата Зауралья, особенно его южной части, по сравнению с западными районами СССР.

В Зауралье положение значительно ухудшается тем, что основная масса воды, скапливающаяся в течение продолжительной зимы в виде снежного покрова, в весенний период выносится за его пределы по р. Тоболу, не принося никакой пользы сельскому хозяйству.

Значительная часть весеннего стока, скапливающаяся в неглубоких озерах и понижениях местности, интенсивно испаряется. Подземные воды во многих районах к востоку от Урала ограничены в своем распространении и частично засолонены. В ряде случаев использование их связано с большими трудностями.

В этих условиях водоснабжение целинных и залежных земель во многих районах Зауралья может осуществляться только путем максимального задержания весеннего поверхностного стока и последующего рационального расходования запасенной воды. Поэтому разрешение вопроса водоснабжения Зауралья необходимо начать с учета основных элементов водохозяйственного расчета и выяснения характера и объема инженерных мероприятий для задержания весеннего стока. Изучение приходной части водохозяйственного баланса должно свестись к изучению стока р. Тобола, бассейн которой распространяется почти на всю территорию Зауралья (рис. 1).

ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ВОДОХОЗЯЙСТВЕННОГО РАСЧЕТА

Незначительно отклоняясь к востоку, р. Тобол сохраняет общее направление своего течения с юга на север. Питание реки осуществляется преимущественно за счет многочисленных левобережных притоков, стекающих с Уральского хребта, среди которых наиболее крупными являются Синташты, Аят, Уй с Тогузаком, Исеть с Миассом, Тура с Пышмой и Ницой и Тавда, образованная Лозьвой и Сосьвой. Этим определяются начертание и характер всей речной сети бассейна, сильно

развитой и многоводной к западу от основного водотока и бедной к востоку от него.

Водоносность западных притоков Тобола, в свою очередь, меняется в зависимости от рельефа и площади водосбора на восточном склоне Уральского хребта. Она наименьшая для притоков, берущих свое начало на Среднем Урале (реки Исеть и Пышма), несколько возрастает к югу (р. Уй) и особенно большая к северу (реки Тура и Тавда).

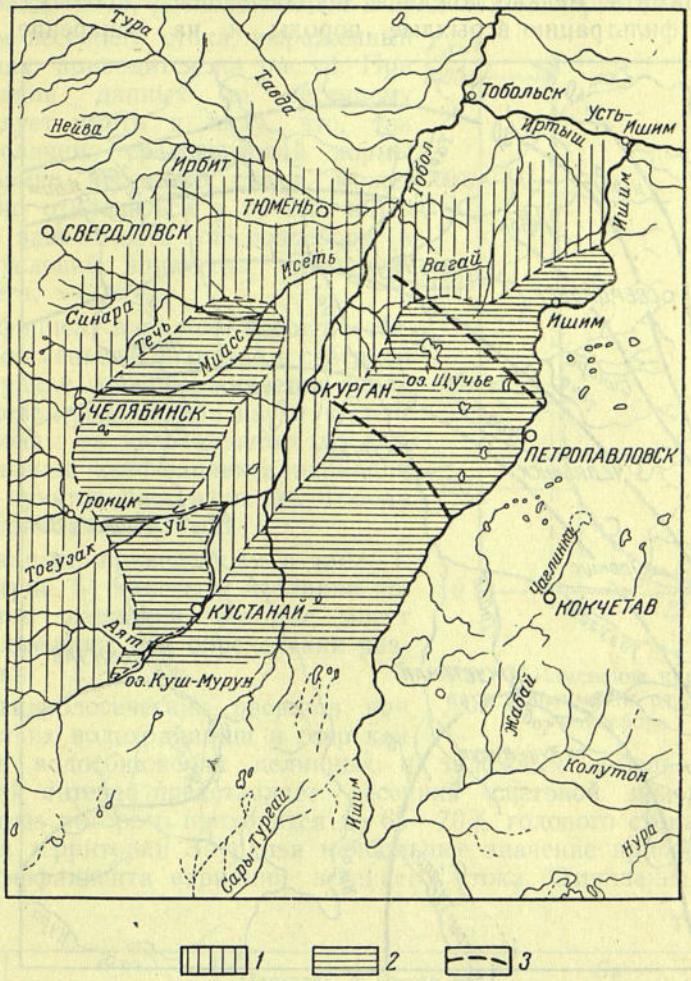


Рис. 1. Районы проведения водохозяйственных мероприятий на территории Зауралья

1—зона расположения водохранилищ; *2*—зона мелиорации озер; *3*—обводняющие каналы

По всему Зауралью на обоих берегах Тобола встречается большое количество озер и незначительных замкнутых котловин, в которых скапливается весенний сток. Наличие бессточных территорий обусловливает несоответствие географических и действительных площадей водосбора реки, что является существенной гидрогеологической особенностью Тобола.

Правобережье р. Тобола, как и вся территория между Тоболом и Ишимом, представляет собой невысокое плато с исключительно слабо развитой речной сетью. В пределах Северного Казахстана справа в Тобол впадает единственный приток — Убоган, а далее на север еще несколько незначительных речек. Междуречье изобилует небольшими озерами

и впадинами, большинство из которых является замкнутыми бессточными водоемами.

Реки Зауралья, имеющие преимущественно снеговое питание характеризуются хорошо выраженным весенним половодьем, продолжающимся обычно две-три недели, и низкой меженью. Летние подъемы уровня воды, зависящие от интенсивности дождей, очень редки и большей частью незначительны, что является естественным следствием сухости климата. Редкие дожди в Зауралье почти полностью расходуются на фильтрацию в рыхлые породы и на испарение. Осенние

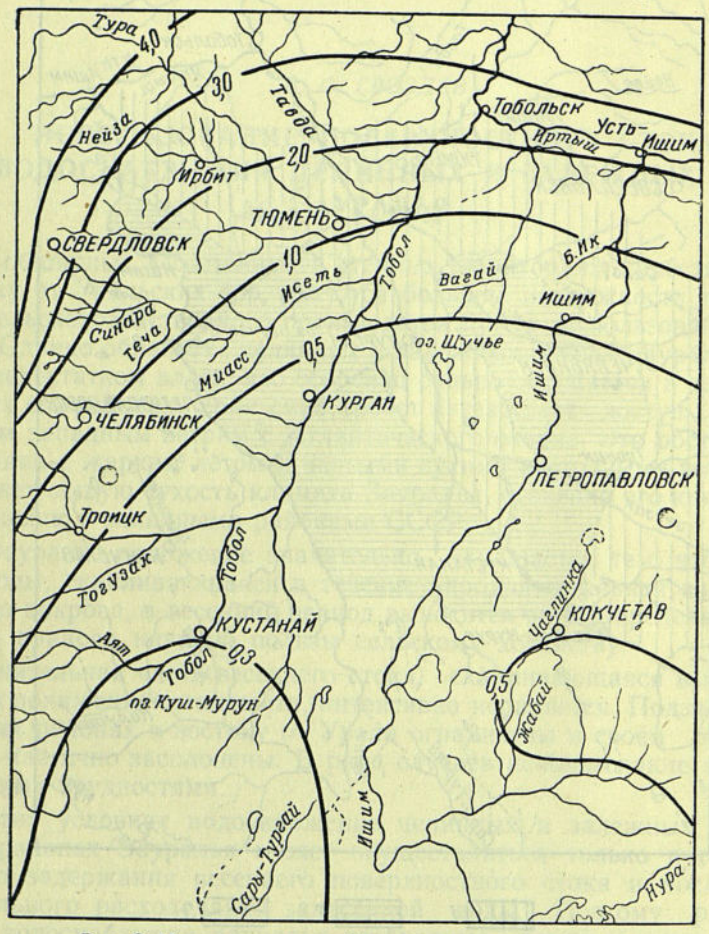


Рис. 2. Изолинии модулей среднегодового стока для Зауралья в *л/сек* (по П. С. Кузину)

подъемы воды в реках совершенно отсутствуют. Зимние уровни чрезвычайно низки; очень часто зимой сток рек Зауралья совершенно прекращается.

Толщина льда в пределах Зауралья значительно варьирует по территории и по времени в зависимости от температуры воздуха и толщины снежного покрова. Наибольшая толщина льда к концу зимы 0,6—1,0 *м*, а при наледях до 1,5—2,0 *м*. Средняя интенсивность нарастания льда 0,5—1,0 *см* в сутки, в редких случаях 3,0 *см*.

Величины среднего многолетнего стока, выраженные в изолиниях модулей стока, представлены на прилагаемой карте (рис. 2), из которой видно, что среднегодовой сток по всей территории Зауралья колеблется в пределах 0,3—4,0 *л/сек* с 1 *км*² площади водосбора. Необходимо учитывать, что значительные водные массы поверхностного стока перехва-

тываются озерами и замкнутыми понижениями и аккумулируются в них не достигая водотоков, на которых расположены пункты гидрометрической сети, что приводит к занижению нормы стока этих водотоков. В связи с этим в некоторых районах наблюдаются отклонения нормы стока в сторону увеличения при уменьшении относительной площади бессточных территорий и в сторону уменьшения при обратном явлении. График (рис. 3), построенный по данным проектных материалов, иллюстрирует изменения нормы стока в зависимости от площади водосбора для ряда водотоков, расположенных в пределах Северного Казахстана.

Объем весеннего стока, выраженный в изолиниях, приводится на рис. 4. При использовании данных по весеннему стоку следует иметь в виду, что, так же как величина среднегодовой нормы стока, размер весеннего стока может значительно отклоняться в ту или иную сторону в зависимости от водосбора и местных условий, влияющих на задержание снега.

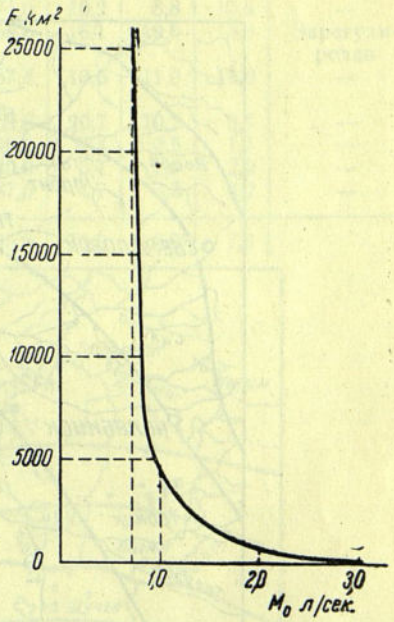


Рис. 3. Изменение нормы стока в зависимости от площади водосбора

Коэффициент вариации годового стока имеет наименьшее значение в северной части Зауралья, где удерживается около 0,40; по мере продвижения на юг к степным районам он увеличивается до единицы. Значения коэффициента вариации для ряда пунктов бассейнов рек Тобола и Ишма приводятся в табл. 1.

По данным, приведенным в табл. 1, на карту (рис. 5) нанесены изолинии коэффициентов вариации, которые могут быть использованы при определении размеров стока.

Для гидрологических расчетов при оценке мелких водохранилищ и озер как источников водоснабжения целинных и залежных земель Зауралья наибольший интерес представляет весенний снеговой поверхностный сток, на долю которого приходится до 65—70% годового стока. В связи с этим для территории Зауралья наибольшее значение приобретает величина коэффициента вариации весеннего стока. Отношение коэффи-

Таблица 1

Река	Пункт	Площадь водосбора км²	Число лет наблюдений	C_v		$\frac{C_v \text{ вес.}}{C_v \text{ гор.}}$
				годовой сток	весенний сток	
Уй	Степное	4 960	12	0,59	0,54	0,91
Увелька	Нижне-Увельское	5 620	10	0,65	0,68	1,05
Миасс	Ракаево	2 360	17	0,53	0,62	1,17
Синара	Верхне-Ключевское	4 160	13	0,57	0,70	1,23
Исеть	Волково	5 420	15	0,40	0,55	1,37
»	Исетское	57 100	14	0,60	—	—
Тура	Тюмень	55 200	55	0,44	0,50	1,14
Тобол	Кустанай	44 300	16	1,03	1,12	1,09
»	Курган	136 000	35	1,01	1,09	1,08
»	Липовское	391 700	38	0,33	—	—
Ишим	Акмолинск	7 400	16	0,97	0,99	1,02
»	Петропавловск	115 000	16	1,09	1,16	1,06

циентов вариации весеннего и годового стоков для Зауралья может быть принято постоянным и равным 1,10. Коэффициент асимметрии для водосборов лесостепных и степных районов Зауралья может быть принят равным двойному значению коэффициента вариации. Распределение стока по месяцам и сезонам года имеет в бассейне Тобола сложный характер. Для некоторых пунктов этого бассейна оно представлено в табл. 2.

Доля весеннего стока в пределах Зауралья составляет 76% годового стока, что позволяет основывать все водохозяйственные расчеты водо-

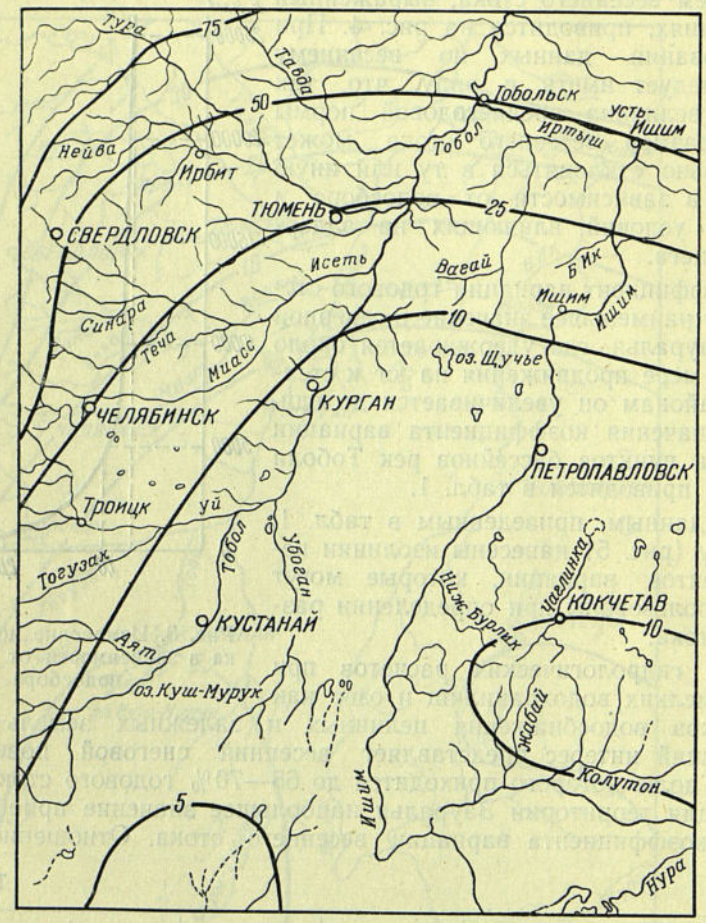


Рис. 4. Изолинии среднего слоя весеннего стока для Зауралья, в *мм* (по П. С. Кузину)

емов, предназначенных для водоснабжения, только на весеннем стоке, предполагая, что летние и осенние дожди не влияют на запасы воды в водохранилище.

Для облегчения водохозяйственных расчетов для лесостепных и степных районов Зауралья, в табл. 3 приводятся модульные коэффициенты при разных значениях коэффициентов вариации.

Испарение с водной поверхности является главной составляющей потерь из озер и водохранилищ в летний период и вследствие этого имеет большое практическое значение. Использовать данные, полученные в результате наблюдений по различным испарителям в разные годы, не представляется возможным, поэтому при определении потерь на испарение рекомендуется пользоваться картой изолиний (рис. 6), составленной применительно к формуле Б. Д. Зайкова.

Таблица 2

Река	Пункт	Площадь водосбора км²	Распределение стока в средний год %				Примечание
			весна	лето	осень	зима	
Уй	Степное	4 960	67,2	17,1	10,0	5,7	—
„	Пугачевская сопка	15 100	86,5	5,7	4,2	3,6	—
Увелька	Нижне-Увельское	5 620	74,2	9,9	8,2	7,7	—
Пышма	Богандинское	18 400	71,0	10,2	8,8	10,0	—
Исеть	Волково	5 420	59,5	16,1	10,6	13,8	Зарегулирован
Синара	Верхне-Ключевское	4 160	67,4	10,6	11,0	11,0	—
Миасс	Ракаево	2 360	59,5	20,7	10,2	9,6	—
Ишим	Акмолинск	7 400	96,0	2,4	0,5	1,1	—
Тобол	Кустанай	44 300	90,0	5,1	2,0	2,9	—
Тогузак	Тогузак	8 750	87,5	4,7	3,5	4,2	—
Среднее			75,9	10,2	6,9	7,0	

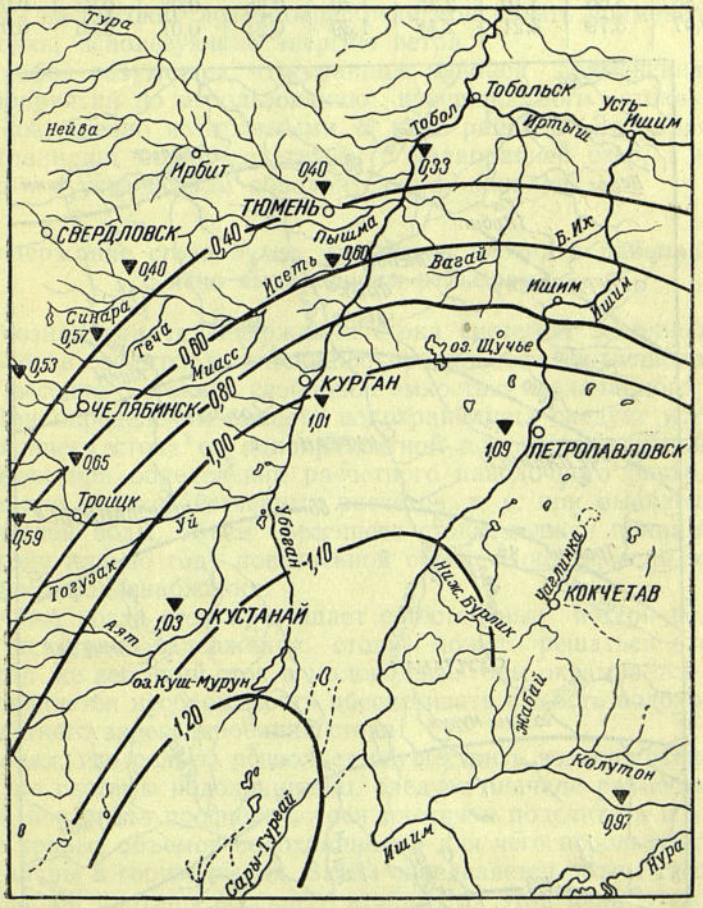


Рис. 5. Изолинии коэффициентов вариации годового стока для районов Зауралья

МЕРОПРИЯТИЯ ПО ЗАДЕРЖАНИЮ И ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ПОВЕРХНОСТНОГО СТОКА

Как уже отмечалось выше, первоочередной задачей при решении вопросов водоснабжения целинных и залежных земель Зауралья является задержание и хозяйственное использование поверхностного стока. Для

выполнения этой задачи необходимо разработать ряд обоснованных, технически простых и экономически легко осуществимых мероприятий,

Таблица 3

C_v	Обеспеченность в %									
	1	3	5	10	25	75	90	95	97	99
0,40	2,16	1,88	1,74	1,53	1,23	0,71	0,53	0,45	0,39	0,31
0,45	2,33	2,00	1,84	1,60	1,25	0,67	0,48	0,40	0,34	0,26
0,50	2,51	2,13	1,94	1,67	1,28	0,63	0,44	0,34	0,29	0,21
0,55	2,70	2,26	2,04	1,74	1,30	0,60	0,40	0,30	0,25	0,17
0,60	2,89	2,39	2,15	1,81	1,31	0,56	0,35	0,25	0,20	0,13
0,65	3,09	2,53	2,25	1,88	1,32	0,52	0,31	0,22	0,17	0,11
0,70	3,29	2,66	2,36	1,94	1,34	0,49	0,27	0,18	0,14	0,08
0,75	3,50	2,80	2,47	2,00	1,35	0,46	0,24	0,15	0,11	0,06
0,80	3,71	2,94	2,57	2,06	1,37	0,42	0,21	0,13	0,09	0,04
0,85	3,93	3,08	2,68	2,13	1,37	0,39	0,18	0,11	0,07	0,03
0,90	4,15	3,22	2,78	2,19	1,38	0,35	0,15	0,08	0,05	0,02
0,95	4,38	3,37	2,89	2,25	1,38	0,32	0,13	0,07	0,04	0,02
1,00	4,61	3,51	3,00	2,30	1,39	0,29	0,11	0,05	0,03	0,01
1,05	4,83	3,66	3,10	2,35	1,39	0,26	0,08	0,03	0,02	0,005
1,10	5,07	3,79	3,21	2,41	1,39	0,24	0,07	0,03	0,01	0,004

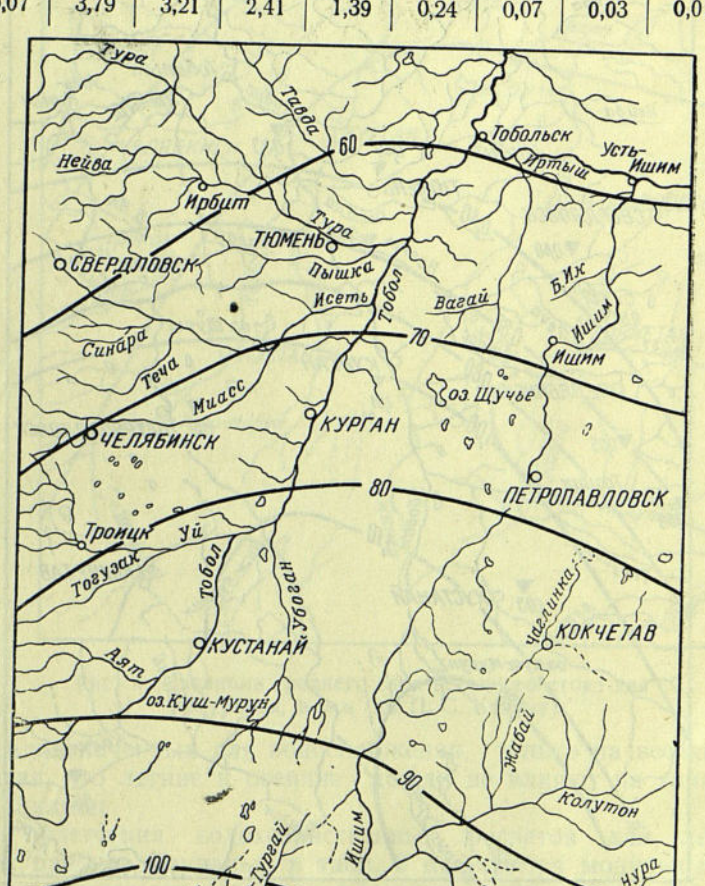


Рис. 6. Изолинии испарения с водной поверхности малых водоемов для Зауралья, в *см* (по П. С. Кузину)

которые на первом этапе должны обеспечить увеличение только приходной части водного баланса. Характер мероприятий, которые можно при

этом рекомендовать, определяется в основном рельефом местности (см. рис. 1).

На территориях, где рельеф ясно выражен и имеет понижения, по которым протекают периодически действующие ручьи и мелкие речки, задержание всего поверхностного стока осуществляется системой глухих земляных плотин с простейшими водоспусками из сборных железобетонных труб. Такой способ использования поверхностного стока может быть применен на больших массивах Западного и Северо-Западного Зауралья, а также в районах, тяготеющих к долинам р. Тобола и ее притоков.

В районах с равнинным рельефом, насыщенных озерами и замкнутыми понижениями, наибольшее использование поверхностного стока достигается путем углубления некоторых озер, сопровождающееся уменьшением поверхности испарения, с одновременным улучшением условий водозабора. Большим количеством озер изобилуют плоские территории на востоке Челябинской области и в некоторой части междуречья Тобола и Ишима.

В некоторые районы междуречья, особенно бедные осадками, вода может быть подана открытыми каналами из р. Ишима. При этом для подачи воды на высокий левый берег реки могут быть применены насосные установки, использующие энергию ветра.

Само собой разумеется, что границы районов применения тех или иных мероприятий по использованию поверхностного стока не могут считаться совершенно незыблемыми. В ряде районов Зауралья устройство водохранилищ может сочетаться с мелиорацией озер, а использование озер — с устройством обводнительных каналов.

Задержание стока путем устройства плотин в районах с ясно выраженным рельефом

Грандиозная задача задержания стока системой земляных плотин без водосбросов сводится к отысканию правильного соотношения между величиной весеннего стока и свободной емкостью назначаемого водохранилища. При определении емкости водохранилища следует исходить из объема весеннего стока от однопроцентной до пятипроцентной обеспеченности (как при определении расчетного паводочного расхода) в то время, как для водохозяйственных расчетов, т. е. при выявлении количества полезной воды, объем весеннего стока должен приниматься по среднему году или по году повышенной обеспеченности, если этого требуют интересы водоснабжения.

В случаях, когда сток превышает естественные потери воды и потребление ее, задача задержания стока может решаться в сезонном разрезе, если же весенний сток в маловодные годы оказывается недостаточным, появляется необходимость обеспечивать емкость водохранилища для многолетнего зарегулирования стока.

В районах, где рельеф позволяет осуществить водоснабжение путем строительства системы водохранилищ, следует вначале разместить водохранилища, построить профили по оси плотин и подсчитать и вычертить примерные кривые объемов водохранилищ, для чего используются существующие планы в горизонталях. Затем определяется объем тяготеющего к створу каждой плотины весеннего стока. Для этой цели служит карта слоя весеннего стока (см. рис. 4) и таблица модульных коэффициентов. Приведенные выше гидрологическая характеристика Зауралья и карты изолиний позволяют определить все элементы, необходимые для проектирования и водохозяйственного расчета водохранилищ.

Проектирование каждого водохранилища сводится к определению его емкости, достаточной для вмещения весеннего стока, и отметки гребня плотины; в порядке водохозяйственного расчета определяется

объем воды для полезного использования, причем потери на фильтрацию из водохранилища принимаются в размере 15% от полного его объема. По санитарным условиям минимально допустимая глубина воды в водохранилище в тальвеге плотины принимается 2,0 *м*.

Пример организации водоснабжения системой водохранилищ одного района приводится ниже. На площади около 1200 *км*² можно разме-

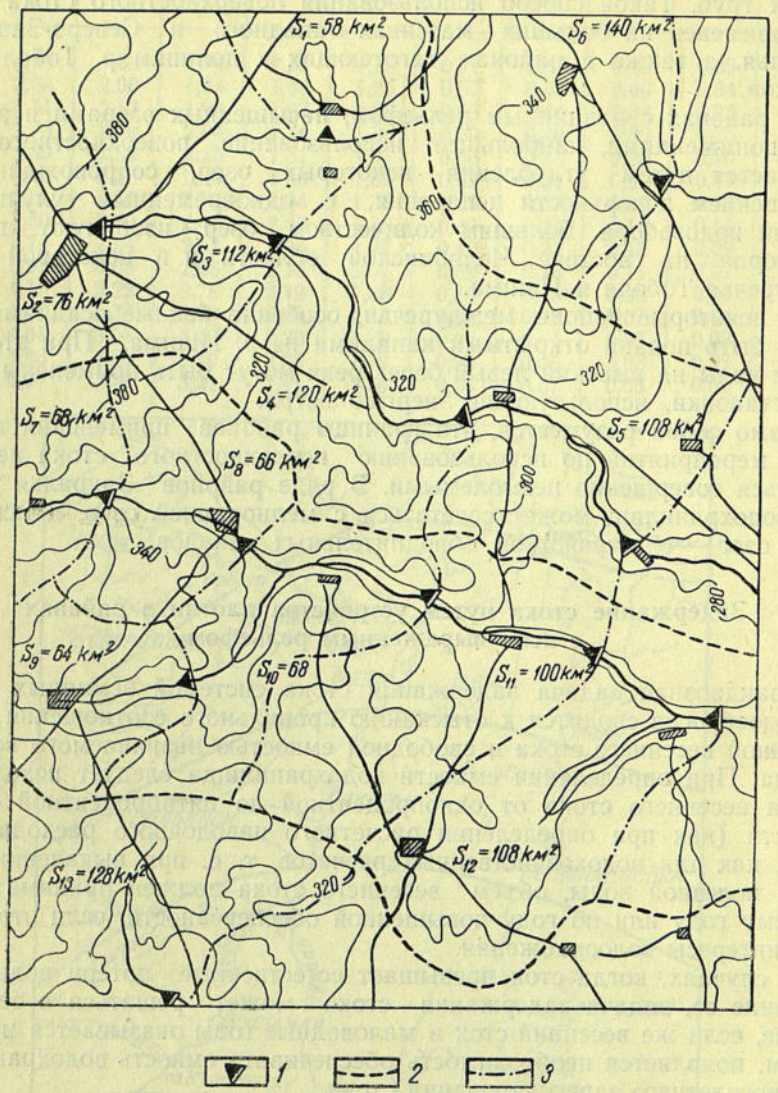


Рис. 7. Размещение водохранилищ на площади 1200 *км*² в одном из районов Челябинской области

1—плотины; *2*—линии водораздела рек; *3*—границы площади водосбора

стить 13 плотин (рис. 7). По плану масштаба 1 : 200 000 определены площади водосбора, тяготеющие к створу каждой плотины. Элементы водохозяйственного расчета водохранилищ приведены в табл. 4.

На рис. 8 дается типовой продольный профиль по оси плотины проектируемой системы водохранилищ и построенные для него кривые зеркала и объема водохранилища.

В табл. 5 приводится водохозяйственный расчет системы водохранилищ. Используя указанные кривые и цифры, данные в табл. 5, устанавливается объем каждого водохранилища и отметка гребня его пло-

Таблица 4

Плотина	Площадь водосбора км²	Слой весеннего стока мм	Средний объем весеннего стока тыс. м³	C_v	Модульный коэффициент 5% обеспеченности	Расчетный объем весеннего стока тыс. м³	Толщина слоя испарения м	Толщина льда м
1	58	19	1100	0,75	2,47	2620	0,74	0,80
2	76	19	1440	0,75	2,47	3560	0,74	0,80
3	112	19	2130	0,75	2,47	5270	0,74	0,80
4	120	19	2280	0,75	2,47	5640	0,74	0,80
5	108	19	2050	0,75	2,47	5070	0,74	0,80
6	140	19	2660	0,75	2,47	6580	0,74	0,80
7	68	19	1290	0,75	2,47	3190	0,74	0,80
8	66	19	1250	0,75	2,47	3090	0,74	0,80
9	64	19	1220	0,75	2,47	3020	0,74	0,80
10	68	19	1290	0,75	2,47	3190	0,74	0,80
11	100	19	1900	0,75	2,47	4700	0,74	0,80
12	108	19	2050	0,75	2,47	5070	0,74	0,80
13	128	19	2430	0,75	2,47	6000	0,74	0,80
Всего	1216		23 090					

Таблица 5

Плотина	Минимальный объем тыс. м³	Объем наполненного водохранилища тыс. м³	Отметка горизонта воды наполненного водохранилища м	Потери на фильтрацию тыс. м³	Отметка горизонта водохранилища за вычетом фильтрации м	Отметка горизонта после испарения м	Объем водохранилища после общих потерь тыс. м³	Полезный объем тыс. м³
1	1100	3720	103,36	560	103,06	102,32	1200	100
2	1100	4660	103,65	700	103,37	102,63	2200	1100
3	1100	6370	104,10	900	103,85	103,11	3200	2100
4	1100	6740	104,16	1000	103,92	103,18	3230	2130
5	1100	6170	104,09	930	103,82	103,80	3000	1900
6	1100	7680	104,43	1150	104,17	103,43	4000	2900
7	1100	4290	103,50	640	103,33	102,59	2000	1900
8	1100	4190	103,48	630	103,24	102,50	1850	740
9	1100	4120	103,44	620	103,22	102,48	1800	700
10	1100	4290	103,50	640	103,33	102,59	2000	1900
11	1100	5800	104,00	870	103,70	102,96	2800	1700
12	1100	6170	104,09	930	103,82	103,08	3000	1900
13	1100	7100	104,30	1060	104,08	103,34	3800	2700
								21 770

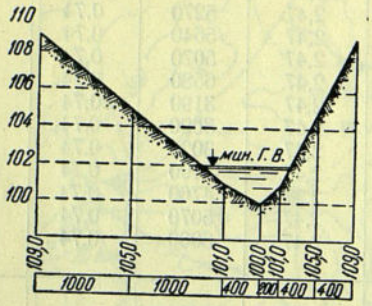
тины, а затем определяется объем полезной воды. Все расчеты ведутся в последовательности граф таблицы.

Как видно из табл. 5, полезное потребление воды достигает в средний год 21,77 млн. $м^3$ на площади 1216 $км^2$, т. е. около 18 $м^3$ на 1 $км^2$, причем в среднем на каждые 94 $км^2$ территории будет приходиться один непересыхающий водоем. В результате создания системы водохранилищ улучшается питание грунтовых вод и полезное водопотребление фактически значительно возрастет за счет использования питьевой воды из колодцев.

Тип глухой земляной плотины изображен на рис. 9. Средний объем работ по насыпи плотины не превысит 70 тыс. $м^3$. Объем сборного железобетона для сооружения трубчатого водоспуска — около 30 $м^3$. Производство работ несложно. Строительство плотин осуществляется по типовым проектам с детально разработанной технологией производства работ.

Использование поверхностного стока в районах с равнинным рельефом

На территориях, где весь весенний сток идет на заполнение озер и замкнутых понижений местности, какие-либо специальные мероприятия по задержанию стока отпадают. Задача сводится к рациональному хранению и использованию поверхностного стока, т. е. к уменьшению потерь на испарение, и улучшению водозабора.



Отметка м	Площадь тыс. м²	Средняя площадь тыс. м²	Высота призмы м	Объем призмы тыс. м³	Объем общий тыс. м³
100	0				0
		120	1,0	120	
101	240				120
		2120	4,0	8480	
105	4000				8600
		8100	4,0	32400	
109	12200				41000

б

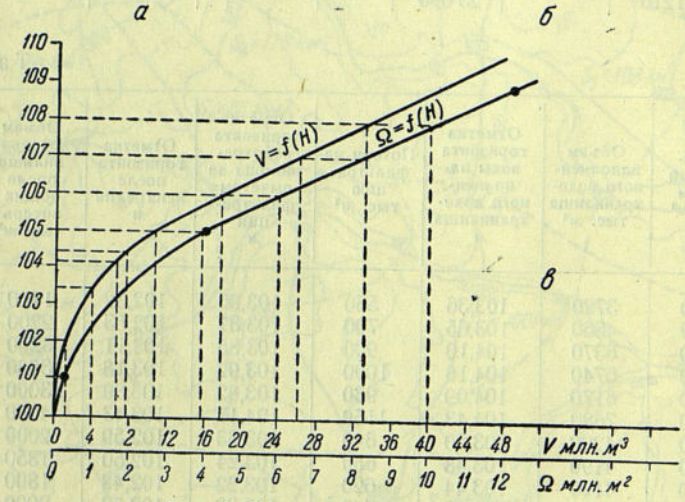


Рис. 8. К проекту водохранилища

а—продольный профиль по оси плотины (типовой), отметки условные, уклон по тальвегу 0,00125; *б*—таблица подсчета площадей и объемов; *в*—кривые зеркала и объема водохранилища (типовые)

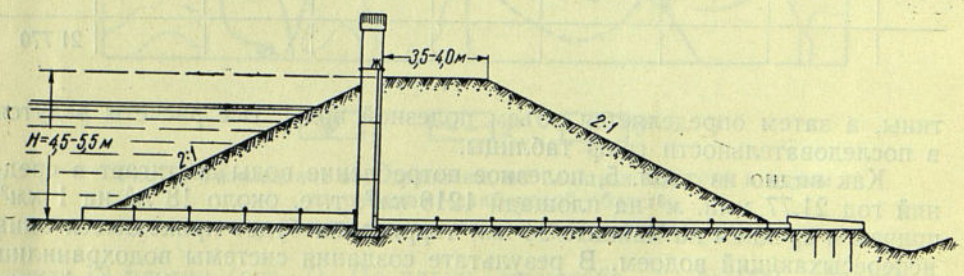


Рис. 9. Тип земляной плотины без водосброса, оборудованной трубчатым водоспуском из сборного железобетона

Уменьшение потерь на испарение может быть достигнуто только сосредоточением воды в отдельных озерах, расположенных на наиболее низких отметках, путем искусственного перепуска в них воды из группы окружающих озер. Озера, предназначенные для хранения воды, во-первых, должны иметь достаточную емкость для вмещения всего весеннего

стока однопроцентной — пятипроцентной обеспеченности, с площади водосбора до 100—150 км², во-вторых, они должны иметь достаточную глубину, чтобы, независимо от потери значительного слоя воды на испарение и льдообразование, в них содержалось нужное количество воды для полезного использования и к концу безводного периода удерживалась минимальная санитарная глубина.

При недостаточной естественной емкости и глубине озеро-водохранилище должно быть обваловано или углублено. Однако даже при

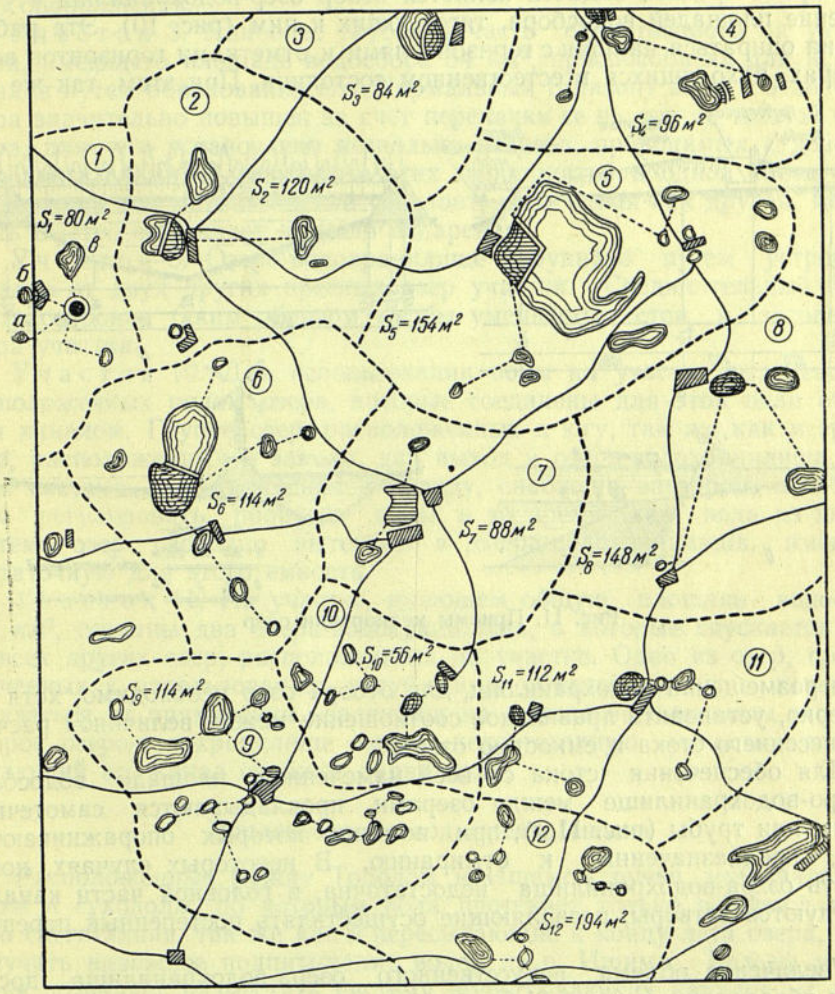


Рис. 10. Использование озер для водоснабжения

искусственном увеличении объема озера оно может не вместить всего весеннего стока; тогда процесс сосредоточения всей воды в нем может быть растянут во времени. Достигнуть уменьшения поверхности испарения можно или в результате ликвидации некоторых озер, или путем обвалования наиболее глубокой части озера, предназначенного для использования в целях водоснабжения, с последующей перекачкой в нее воды с мелководных участков; для этой цели может быть применена энергия ветра.

Одновременно с сосредоточением воды с определенной площади водосбора в одном месте должны создаваться условия для ее хранения. Кроме увеличения глубины озера и уменьшения его зеркала, испарение может быть уменьшено путем обсадки озера-водохранилища деревьями.

Немаловажное место должно занять устройство правильных водозаборов, обеспечивающих использование наиболее чистой и сохранившейся воды для питьевых нужд.

Весь сложный комплекс инженерных мероприятий, предусматривающих увеличение площади водосбора озера-водохранилища и его емкости с одновременным уменьшением поверхности испарения и созданием условий улучшения хранения воды, сооружение правильных водозаборов и т. п., проектируется каждый раз применительно к местным условиям.

Первоочередной задачей является отбор озер-водохранилищ и установление площадей водосбора, тяготеющих к ним (рис. 10). Эта работа должна опираться на план с горизонталями и отметками горизонтов воды в озерах, находящихся в естественном состоянии. При этом, так же как

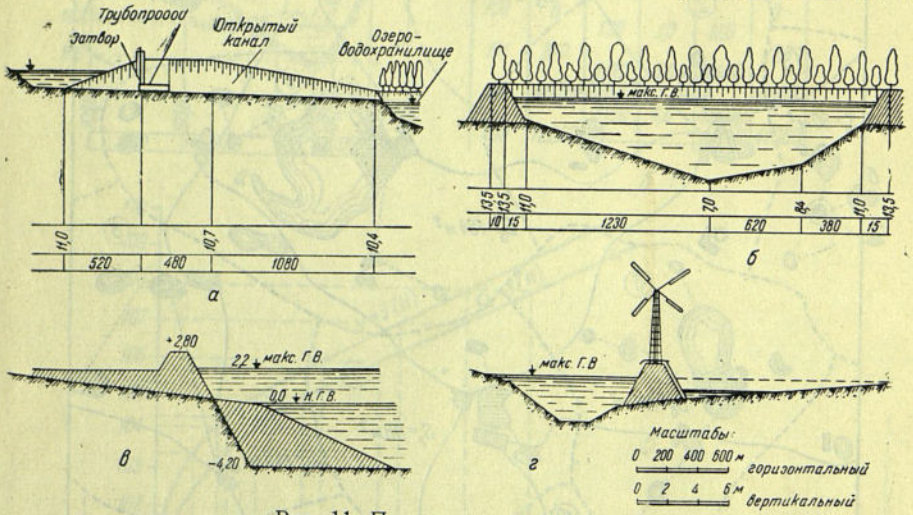


Рис. 11. Приемы мелиорации озер

и при размещении водохранилищ, для отбора озер необходимо, хотя бы примерно, установить правильное соотношение между величиной расчетного весеннего стока и емкостью озера.

Для обеспечения стока со всей намеченной площади водосбора в озеро-водохранилище между озерами прокладываются самотечные каналы или трубы (рис. 11,*а*), при помощи которых опоражниваются озера, предназначенные к отмиранию. В некоторых случаях, когда емкость озера-водохранилища недостаточна, в головной части каналов оборудуются затворы, позволяющие осуществлять постепенный перепуск воды.

Увеличение объема искусственного озера-водохранилища достигается обвалованием (рис. 11,*б*), которое может сочетаться с углублением водохранилища (рис. 11,*в*). Уменьшение площади испарения озера-водохранилища достигается обвалованием его глубокой части (рис. 11,*г*). Выявление элементов водного баланса и водохозяйственный расчет озер производятся так же, как и расчет водохранилищ, применяемых для задержания стока.

Пример использования озер для водоснабжения территории около 1200 $км^2$, расположенной в южной части Зауралья, дается на рис. 10. Здесь из общего количества 106 озер отобрано для использования 17 озер, площади водосборов которых укрупнены путем устройства соединительных каналов, а сами озера-водохранилища мелиорированы. Не останавливаясь на цифрах водохозяйственного расчета, ниже приводим данные, характеризующие приведенные на некоторых участках мероприятия.

Участок 1. Площадь водосбора озера-водохранилища увеличена до 80 *км*². При этом длина соединительных каналов от четырех озер, предназначенных к опорожнению, достигает 8 *км*. Озеро, предназначенное для использования, углублено, однако вследствие недостаточной его емкости на выходе из озер *а, б* и *в* устроены затворы, позволяющие перепускать воду из них по мере надобности. Таким образом, в озере-водохранилище всегда удерживается максимальный горизонт, а остальные озера участка имеют меньшие потери на испарение за счет ускоренного опорожнения.

Участок 3. Наиболее глубокая часть единственного на участке озера, имеющего площадь водосбора 84 *км*², приспособлена для использования путем обвалования его. Нормальный горизонт воды в этой части озера значительно повышен за счет перекачки ее из другой мелкой части озера, для чего установлено несколько насосов, приводимых в действие ветродвигателями. В результате этих мероприятий в одной части озера поддерживается максимальный горизонт, в то время как другая, мелкая часть быстро сокращает зеркало испарения.

Участок 8. Озеро-водохранилище укрупнено путем устройства каналов от двух других пресных озер участка. Соединительный канал протрассирован таким образом, чтобы уменьшить сток в засоленные озера участка.

Участок 10. Для использования воды на участке выделено два расположенных рядом озера, которые соединены для этой цели открытым каналом. Группе озер, расположенных к югу, так же как и группе озер, расположенных к западу, дан выход в озера-водохранилища. При этом система, расположенная к западу, снабжена затвором, позволяющим регулировать пропуски воды, в то время как вода из южной системы озер свободно вытекает в озера-водохранилища, имеющие достаточную для этого емкость.

Участок 11. На участке, имеющем общую площадь водосбора 112 *км*², созданы два озера-водохранилища, в которые спускается вода из всех других озер, расположенных на участке. Одно из озер, предназначенных к использованию, углублено и обваловано, что позволило отказаться от применения задвижки на выходе из питающих его озер. Второе озеро-водохранилище имеет недостаточную емкость, поэтому питающий его канал снабжен задвижкой.

Использование воды реки Ишима

Расположенные между Тоболом и Ишимом ручьи, незначительные речки и суходолы, по которым вода протекает только в период весеннего снеготаяния, так же как и пересыхающие к концу лета озера, могут получить надежное подпитывание водой из р. Ишима. Рельеф междуречья позволяет разместить систему подпитывающих каналов от линии Петровка (на р. Ишиме) — Курган (на р. Тоболе) на север, до истоков р. Вагая (см. рис. 1). Постоянная подача воды в каналы осуществляется из бетонных резервуаров большой емкости, расположенных на высоком берегу р. Ишима. Резервуары по мере надобности пополняются водой из р. Ишима специальными насосными установками, которые могут работать от ветродвигателей.

Улучшение водозаборов

Применение улучшенных водозаборов обязательно при использовании поверхностного стока. Рациональным типом водозабора является приозерная копань * глубиною до 6,0 *м*, соединенная с озером самотеч-

* Ю. Э. Казарновского. Использование поверхностного стока на целинных землях Северного Казахстана. «Гидротехника и мелиорация», № 3, 1955.

ным каналом или трубопроводом (рис. 12,*а*). Соединительный канал, снабженный затвором, устраивается с таким расчетом, чтобы забирать воду из озера при самых низких горизонтах. Объем копани определяется водохозяйственным расчетом, при этом учитывается полезное потребление, мертвый объем, потери воды на фильтрацию, испарение и льдообразование.

На рис. 12,*б* показан технически более совершенный водозабор,

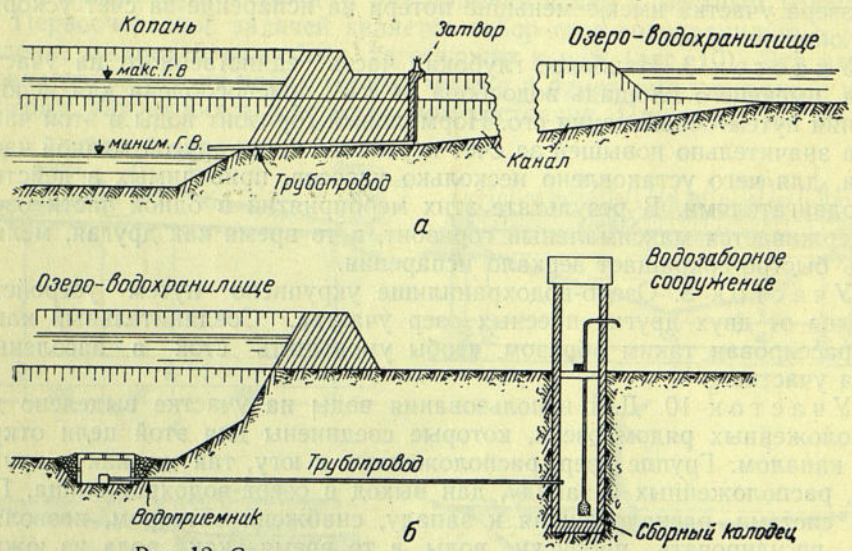


Рис. 12. Схемы использования поверхностного стока
а—рациональный тип водозабора; *б*—технический совершенный водозабор

представляющий собой фильтр, заложенный на дне озера, но доступный для очистки; он соединен трубопроводом с водозаборным колодцем. Над водозаборным колодцем устроена насосная станция, подающая воду.

РАСЧЕТ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ

При водохозяйственных расчетах водоснабжения целинных и залежных земель Зауралья для ориентировочной оценки объемов полезной воды, в первом приближении, можно исходить из следующего годового потребления, подсчитанного И. Ф. Володько:

	тыс. $м^3$
Водоснабжение центральной усадьбы совхоза	
На первом этапе развития хозяйства	29
При полном развитии хозяйства	75
Водоснабжение отделения совхоза	
На первом этапе развития хозяйства	7
При полном развитии хозяйства	21
Водоснабжение животноводческой фермы совхоза	
На первом этапе развития хозяйства	12
При полном развитии хозяйства	25
Водоснабжение усадьбы МТС	31
Водоснабжение поселка колхоза	26

Н. Д. БУДАНОВ

ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ ЧЕЛЯБИНСКОЙ ОБЛАСТИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИХ ДЛЯ ВОДОСНАБЖЕНИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Южный Урал в пределах Челябинской области отличается сложными гидрогеологическими условиями. Распределение подземных вод в этом глубоко эродированном горном сооружении подчинено трещинной тектонике необычайно разнообразного комплекса горных пород — осадочных, метаморфических и вулканогенных. Подземные воды локализованы здесь в небольших бассейнах, узких полосах трещиноватых пород и отдельных трещинах.

На западе области в условиях горного рельефа межгорные понижения и древние долины способствуют накоплению динамических ресурсов подземных вод. На востоке в условиях почти-равнины Южного Урала рельеф, климат и геологические структуры для этого мало благоприятны. В слабо дренируемых, зачастую бессточных участках почти-равнины наблюдается значительное накопление солей в почвах, а также в грунтовых и более глубоких трещинных водах. Этому явлению особенно способствуют климатические условия засушливых пространств юго-востока Челябинской области.

Территория Челябинской области по ландшафту и климату делится на четыре района, гидрологические сведения о которых даются в табл. 1.

Таблица 1

Район	Годовые осадки *мм*	Летние осадки *мм*	Нормы общего стока вод *л/сек* с 1 *км²*
I. Горно-лесной (Златоустовский) . .	610,8	273,0	5—10
II. Горно-лесостепной (Миасский) . .	438,0	330,0	2—5
III. Холмисто-степной (Магнитогорский)	255,0	228,0	1—2
IV. Равнинно-степной (Троицко-Карталинский)	250,0	160,0	1—0,3

Уменьшение нормы стока вод особенно характерно для юго-востока Челябинской области, где небольшое количество атмосферных осадков и значительное испарение обусловливают норму стока в верховьях р. Тобола до 0,3 *л/сек*.

В засушливой степной части юго-востока Челябинской области зеркало подземных вод постепенно понижается от долин к междуречным пространствам. Особое значение здесь для каптажа подземных вод в целях водоснабжения приобретают проложенные в водоносных поро-

дах речные долины. В них сосредоточены ресурсы вод, постоянно или периодически пополняемые интенсивной инфильтрацией поверхностных вод.

Распределение подземных вод в комплексе палеозойских пород, которыми сложена западная часть Челябинской области, как уже отмечалось выше, связано с трещиноватостью пород.

По карте Челябинской области (рис. 1) показаны районы локализации подземных вод в различных породах. Интенсивная трещиноватость этих пород сопряжена с восточно-челябинскими мезозойскими грабенами, в бортах которых залегают подземные воды. Водоносные трещины в известняках в подвижном борту грабена можно наблюдать на берегу оз. Смолино (рис. 2). Южнее, на берегу р. Уй, в 40 *км* западнее

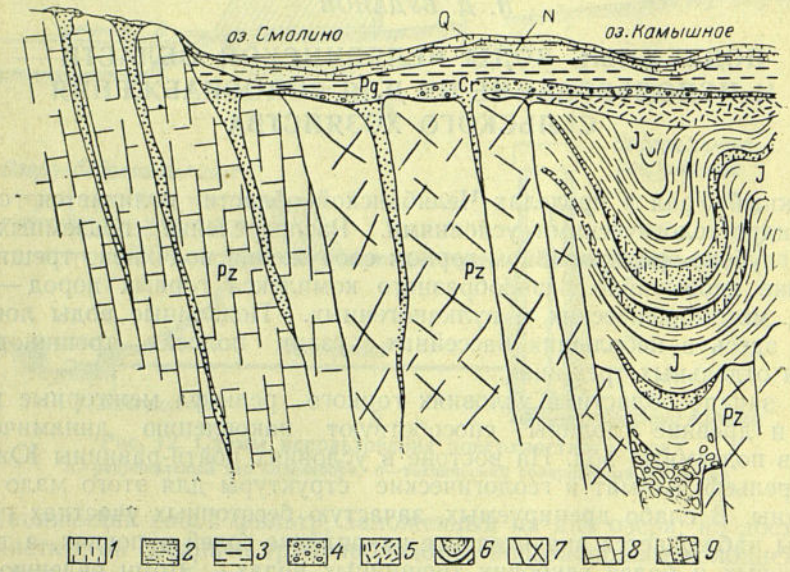


Рис. 2. Разрез западного борта Челябинского грабена по широте оз. Смолино

1—покровные суглинки; *2*—песок неогеновый; *3*—опока палеогеновая; *4*—песок верхнемеловой; *5*—глина нижнемеловая; *6*—аргиллиты и алевролиты юрского времени, заполняющие глубокий грабен; *7*—порфириты с водоносными трещинами в зоне глыбовых подвижек; *8*—известняки с водоносными трещинами и карстом; *9*—трещины-щели растяжения, заполненные песком в верхнемеловое время

г. Троицка, где долина реки пересекает зону челябинских грабенов, около деревень Белоключевки и Ключевки, находятся трещиноватые сильно водоносные граниты.

Глыбовые разломы с погребенными щелями растяжения и трещинными водами встречаются во многих местах Южного Урала. На рис. 3 представлен разрез старого Покровского прииска, расположенного южнее города Пласта. Происшедший здесь в верхнемеловое время разлом вызвал широтное растяжение меридиональной полосы кремнистых сланцев и мраморов, пласты которых поставлены на голову, и определил тем самым положение продольной водоносной зоны.

Подобные глыбовые разломы выявлены и в других породах. В 23 *км* на юго-запад от с. Чесмы, на территории центральной усадьбы совхоза им. Горького, скважины вскрыли разлом в порфиритовой туфобрекчии. По разлому в трещинах растяжения обнаружены углистые глины, напоминающие собой отложения в щелях кремнистых сланцев и мраморов Покровского прииска. К разлому приурочена зона трещинных вод.

В пределах описываемого района выделяются наиболее обильные бассейны трещинно-карстовых вод в известняках (бассейны рек Сухарыша, Малого Кизила и др.), а также бассейны подземных вод в мас-

Рис. 1. *1*—районы локализации подземных вод в комплексе палеозойских пород, нарушенных позднейшими глыбовыми движениями (водоотдача скважин до 5—8 *л/сек*; в отдельных бассейнах возможен каптаж подземных вод в количестве до 25—50 *л/сек*); *2*—бассейны подземных трещинно-карстовых вод в известняках (водоотдача скважин 10—80 *л/сек*, ресурсы вод по отдельным бассейнам до 100—500 *л/сек*); *3*—бассейны подземных вод в массивных породах, интенсивная трещиноватость которых обновлена позднейшими глыбовыми подвижками (наиболее характерны массивы серпентинтов и серпентинизировнных дунитов, водоотдача скважин до 10 *л/сек*, ресурсы вод по отдельным бассейнам до 50 *л/сек*); *4*—бассейны подземных вод жильных полей (водоотдача скважин до 10 *л/сек*, ресурсы вод по отдельным бассейнам до 50 *л/сек*); *5*—наиболее значительные глыбовые разломы (мезозойские и кайнозойские), вдоль которых по сопряженной системе трещин разного направления отмечена локализация подземных вод (водоотдача скважин до 8 *л/сек*); *6*—водоносные полосы известняков с водоотдачей по скважинам до 5 *л/сек*; *7*—водоносные полосы кремнистых сланцев, яшм и туффитов (водоотдача скважин до 5 *л/сек*); *8*—водоносные зоны вдоль стратиграфически несогласного соприкосновения различных комплексов пород; *9*—водоносные окраинные зоны гранитных, гранодиоритовых и других массивов (водоотдача скважин до 2 *л/сек*); *10*—грунтовые воды межгорных понижений элювиальных и делювиальных, главным образом в щебенистых, отложениях; *11*—грунтовые воды в аллювии речных долин; *12*—подрусловые воды рек, тальвеговые воды; *13*—Зауралье—область грунтовых и пластовых напорных вод в отложениях кайнозоя и мезозоя

Библиотека
оргкомитета
Общества
Союза ССР

сивных породах, интенсивная трещиноватость которых обновлена позднейшими глыбовыми подвижками.

Особенно интересны в отношении водоносности массивы серпентинитов (Муслюмовский, Верблюжьегорский). Известно, что серпентинизация ультраосновных массивов в отдаленном геологическом прошлом сопровождалась примерно двукратным увеличением объема породы и возникновением интенсивной трещиноватости. Вдоль серпентинитовых массивов наблюдаются глыбовые разломы верхнемелового, верхнетретичного или раннечетвертичного времени. По этим разломам отмечается локализация обильных подземных вод.

Значительный практический интерес имеют бассейны подземных вод

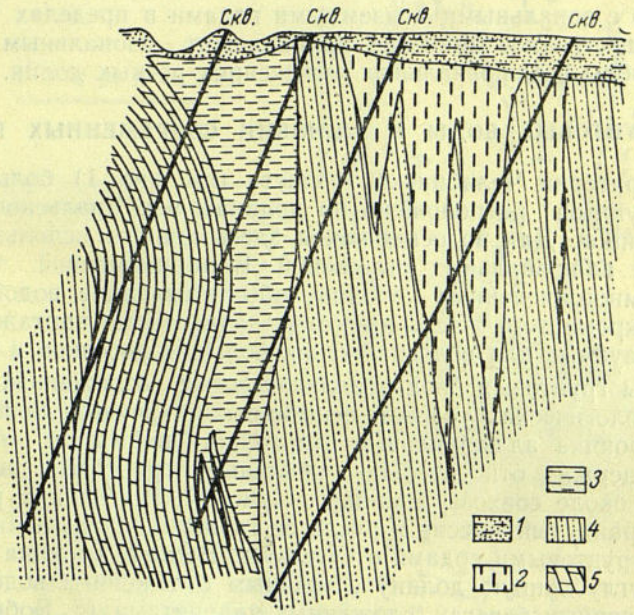


Рис. 3. Разрез погребенных щелей растяжения верхнемелового времени в кремнистых сланцах и мраморах

1—суглинок и песок; *2*—глина в глыбовых щелях среди кремнистых сланцев; *3*—углистые глины верхнемелового времени; *4*—кремнистые сланцы с локализацией подземных вод в бортах глубоких щелей; *5*—мраморы с трещинными водами

в жильных полях. Неоднородность пород в сложно переслаивающемся комплексе хрупких и пластичных образований, в условиях непрерывных подвижек земной коры обусловливает возникновение зон трещиноватости узких полос водоносных известняков, кремнистых сланцев, яшм, туффитов.

В пониженных участках коры выветривания сланцевых толщ почти всюду содержатся небольшие скопления грунтовых и трещинных вод. Полосы трещиноватых известняков или яшм являются естественными коллекторами, к которым в условиях дренирования поступают грунтовые и трещинные воды коры выветривания. Эти полосы заслуживают внимания при постановке буровых работ на воду.

Распределение подземных вод на территории Челябинской области определяется геолого-тектонической зональностью и современной подвижностью отдельных зон земной коры. Центральная часть области представляет собой сложный антиклинорий, по оси которого с севера на юг обнажаются большие гранитные массивы: Варламовский, Кочкарский, Чесменский, Джабык-Карагайский, Аландский и др. Эти массивы отличаются ничтожными ресурсами трещинных вод. Восточнее отмечен-

ного антиклинория проходит Челябинско-Айдырлинская подвижная зона мезозойских грабенов, западнее—Миасско-Уртазымская зона.

В соответствии с геолого-тектонической зональностью в Челябинско-Айдырлинской зоне выделяются пять гидрогеологических районов: Челябинский, Теченский, Полтавский, Брединский (рис. 4). В Миасско-Уртазымской зоне четыре района: Миасско-Учалинский, Ирендык-Крыктинский и Кизильско-Сосновский. В пределах антиклинория пять районов: Каслинско-Увильдинский, Кочкарский, Чесменский, Нагайбакский, Агаповско-Кваркенский. В юго-восточной части области, параллельно центральному антиклинорию, расположен небольшой Джетыгаринский антиклинорий; его территория относится нами к Джетыгаринскому гидрогеологическому району.

Наряду с зональными подземными водами в пределах Челябинской области существенное значение принадлежит азональным водам. Это грунтовые воды в аллювиальных отложениях речных долин.

ГРУНТОВЫЕ ВОДЫ В АЛЛЮВИИ СОВРЕМЕННЫХ РЕК

На территории Челябинской области (см. рис. 1) большинство населенных пунктов расположено по долинам рек Уральского и Тобольского бассейнов. Для водоснабжения здесь широко используются грунтовые воды аллювиальных отложений. В надпойменной террасе рек заложены многочисленные колодцы, обеспечивающие водой небольшие хозяйства, кроме того, здесь имеются значительные каптажи грунтовых вод, используемые для водоснабжения больших поселков и городов.

Ресурсы грунтовых вод в аллювиальных отложениях зависят от историко-геологических условий формирования речных долин. По р. Уй около г. Троицка аллювиальные отложения поймы и надпойменной террасы содержат относительно обильные грунтовые воды. Выше г. Троицка, около совхоза Троицкого (рис. 5), где долина реки глубоко врезана в гранитный массив и русло ее сложено скальными породами, аллювий с грунтовыми водами отсутствует. Ниже г. Троицка эта же река имеет переуглубленную долину с мощным отложением водоносного аллювия в коренных берегах, сложенных кварцитами (с. Бобровское). Не менее характерна долина рч. Солончанки в бассейне р. Суундука северо-западнее с. Кваркено. Хорошо разработанная долина этой речки, с отложением аллювия и старичными озерами в верхнем течении, ниже по течению упирается в поперечно-долинный приподнятый скалистый уступ, которым фактически прерывается распространение вниз по течению реки водоносного аллювия (рис. 6). В данном случае в распределении водоносности главная роль принадлежит новейшим глыбовым движениям.

Позднейшие движения земной коры обусловили неоднократное перераспределение гидрографической сети на описываемой территории. Наряду с продольными уральскими долинами (р. Таналык), сохранившими основное направление стока с мезозойского времени (Безруков, Яншин, 1934), здесь имеются древние долины отживших в разное время рек. От этих рек сохранились аллювиальные отложения юрского времени (рис. 7). Ресурсы грунтовых вод в отмеченных отложениях пополняются за счет местной инфильтрации, главным образом, весенних и осенних атмосферных осадков.

Река Урал — наиболее многоводная артерия Южного Урала. От Верхне-Уральска до Орска она имеет меридиональную долину; излучины ее проложены вдоль синклинальной структуры, ядро которой сложено карбонатными отложениями, а крылья—вулканогенными образованиями. Вдоль этой структуры с мезозойского времени формируется прогиб, заканчивающийся около Орска большой депрессией, заполненной юрскими отложениями. Отлично выраженная надпойменная терраса

р. Урала имеет ширину до 1,5—2,0 *км* и сложена сверху суглинками, а внизу песчано-гравелистыми отложениями. Мощность этих отложений возрастает по течению реки от 10 до 25 *м*.

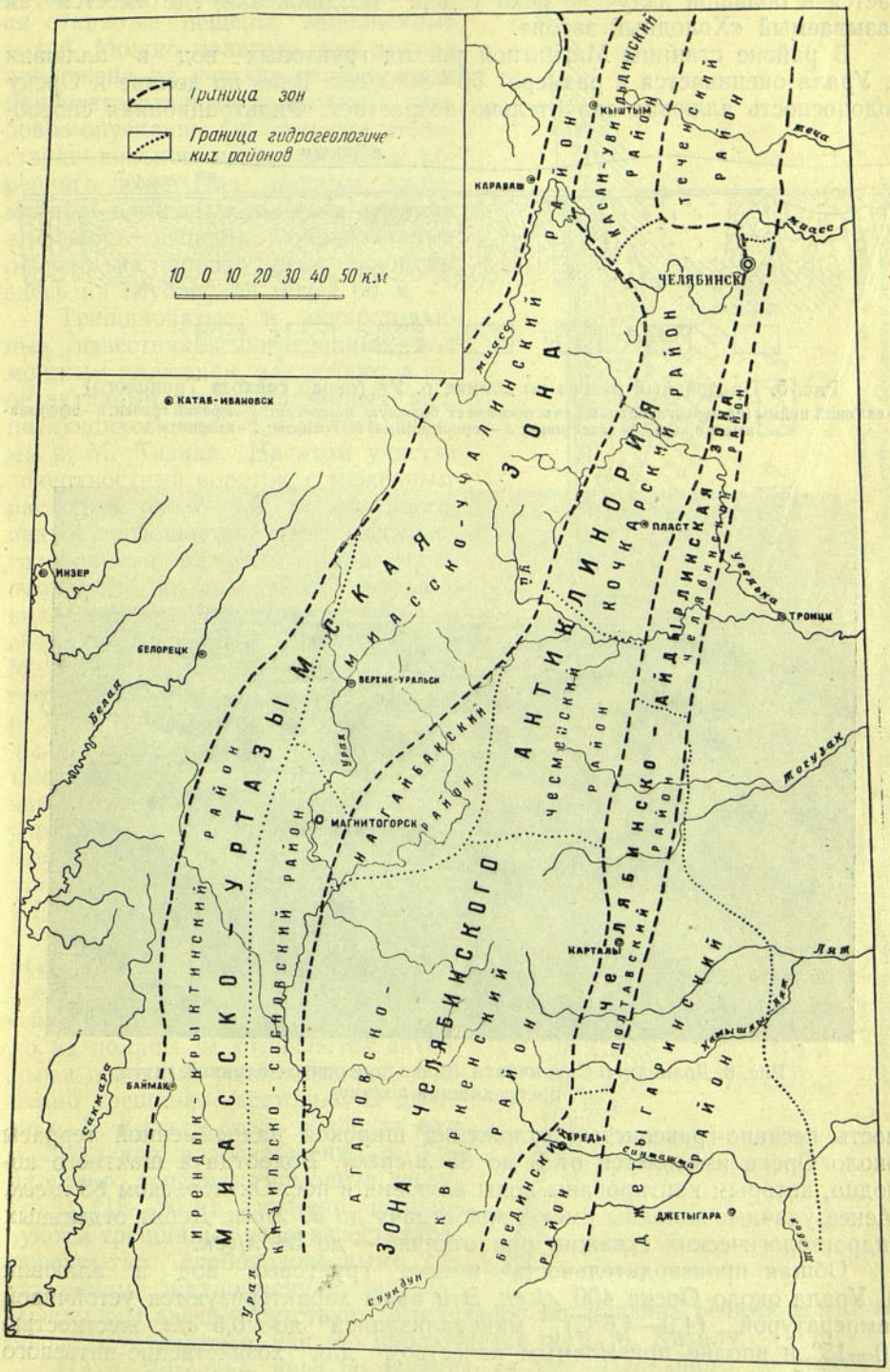


Рис. 4. Схема гидрогеологического районирования Челябинской области

Песчано-гравелистый аллювий отличается значительной водоносностью, причем заключенные в нем грунтовые воды связаны с речными

водами и глубокими подземными трещинными и трещинно-карстовыми водами. В русле реки можно наблюдать выходы грунтовых вод из песчаного аллювия. Особенно значительное выклинивание этих вод отмечается в большой излучине реки у дер. Воздвиженки, где имеется так называемый «Холодный затон».

В районе станицы Магнитной расход грунтовых вод в аллювии р. Урала оценивается в размере 60—80 *л/сек.* Вниз по долине к Орску водоносность аллювия значительно возрастает. Фильтрационная способ-

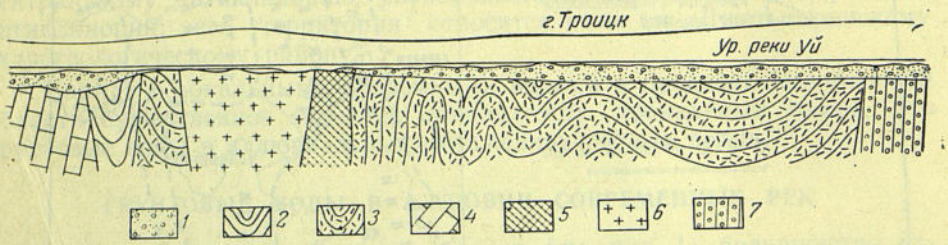


Рис. 5. Продольный разрез по долине р. Уй (около совхоза Троицкого)
1—аллювий поймы (на переуглубленных участках имеет большую мощность); *2*—юрский грабен; *3*—эффузивные породы; *4*—известняки; *5*—серпентиниты; *6*—граниты; *7*—кварциты

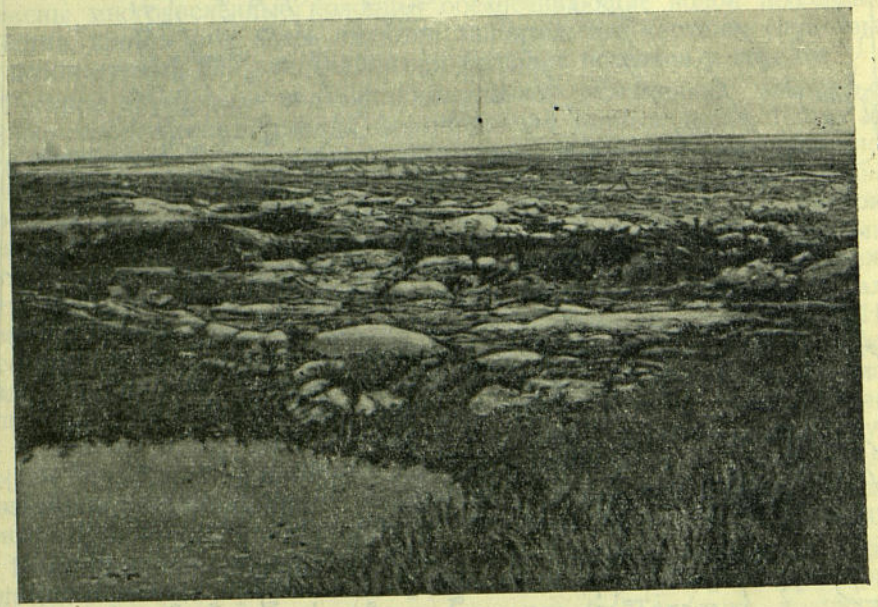


Рис. 6. Долина рч. Солончанки. Виден поперечно-долинный уступ, преградивший долину

ность песчано-гравелистых отложений широкой надпойменной террасы около Орска изменяется от 8 до 85 *м/сутки.* Водоотдача шахтного колодца, которым каптированы воды аллювия в пос. Октябрьском 85 *л/сек.* Менее удачные колодцы имеют водоотдачу до 50 *л/сек.* Дебит отдельных гидрогеологических скважин при откачке — до 38 *л/сек.*

Общая производительность потока грунтовых вод в аллювии р. Урала около Орска 400 *л/сек.* Эти воды характеризуются устойчивой температурой (4,0—4,5°С), минерализацией до 0,5 *г/л,* жесткостью 10—15° и вполне приемлемым качеством для хозяйственно-питьевого водоснабжения.

Река Малый Кизил является наиболее интересным из правых притоков р. Урала. Верховье этой реки находится у подножья порфиритового хребта Крыкты-Тау, а устье расположено в зоне контакта

известняков с порфиритами выше г. Магнитогорска. В низовье долина реки проложена в наиболее трещиноватой зоне закарстованных известняков, в которых под мощным (34—40 *м*) песчано-гравелистым аллювием, на глубинах 43—60 *м* имеются открытые пещеры, заполненные водой. Можно полагать, что долина проложена на участке, испытавшем раннечетвертичные подвижки и глыбовое опускание. Об этом свидетельствует сильное переуглубление коренного ложа. Под мощным современным аллювием залегает древний аллювий; пещеры, образованные обычно на уровне рек, опущены здесь на глубину не менее 60 *м*.

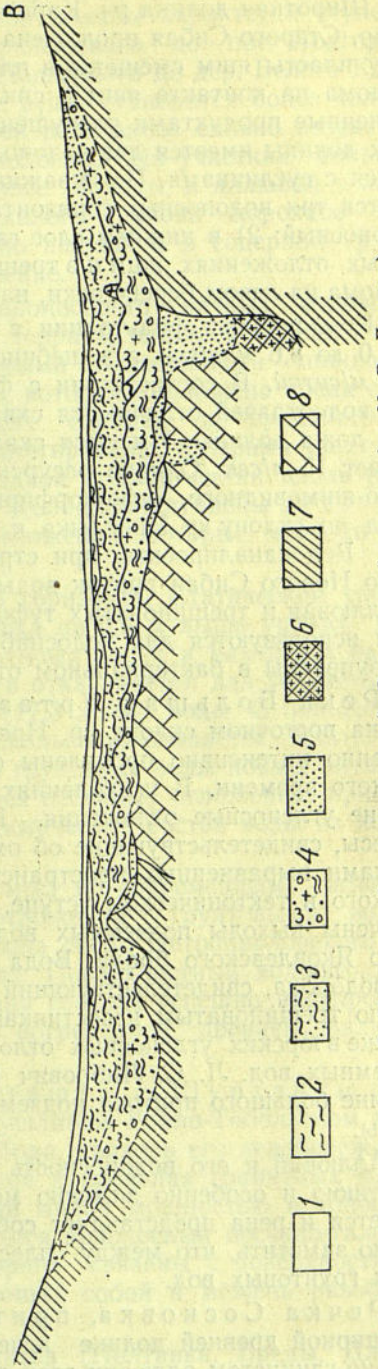


Рис. 7. Поперечный разрез древней Светлинской долины (по И. В. Ленных)
1—почвенный слой; *2*—глина делювиальная; *3*—глина красная; *4*—глина пестрая с бобовником лимонита (неоген); *5*—песок мезозойский; *6*—галечник мезозойский; *7*—сланец слюдистый; *8*—мрамор

Трещиноватые и закарстованные известняки, погребенные под мощным аллювием, заключают в себе активный поток подземных вод, питающихся ниже с. Смелого водами р. М. Кизила. На этом участке поверхностный водоток, с меженным расходом около 0,5 *м*^{3}*/сек*, постепенно поглощается через песчано-гравелистый аллювий. Вода вновь появляется на поверхности земли в виде системы мощных источников вблизи Каменного лога, где долина М. Кизила выходит из полосы известняков и в 1,5 *км* ниже впадает в р. Урал. В долине р. М. Кизила воды аллювиальных отложений в сочетании с более глубокими трещинно-карстовыми водами отличаются безупречным качеством. Жесткость воды здесь не более 11—12°. Ресурсы этих вод определяются примерно в 500 *л/сек*.

Река Янгелька, Большой Кизил—правобережные притоки р. Урала. По геоморфологии они сходны с р. М. Кизилом. Однако их долины не отличаются активными потоками подземных вод, особенно трещинно-карстовых. В долине р. Б. Кизила около впадения ее в р. Урал для водоснабжения с. Кизильского успешно с помощью неглубоких (18—20 *м*) скважин используются трещинные воды известняков, перекрытых слабоводоносными отложениями надпойменной террасы. Между тем здесь отсутствует интенсивное поглощение речных вод и нет больших источников, как это наблюдается по р. М. Кизилу.

На р. Янгельке, вниз по течению от хут. Пещерного до восточной границы известняков, вдоль левого берега на протяжении 3 *км* выходит несколько источников; дебит каждого из них не более 1 *л/сек*, а суммарный расход не более 30 *л/сек*.

Река Худолаз с притоком Карагайлы интересна в том отношении, что в формировании их долин выявлена роль позднейших глыбовых подвижек.

Широтная долина рч. Карагайлы в восточных отрогах хр. Ирендыка у дер. Старого Сибая проложена вдоль тектонического разлома, по которому пласты яшм смещены в плане более чем на 300 *м*. По трещинам разлома на контакте яшм и спилитов наблюдаются глубокие щели, заполненные продуктами разрушения этих пород. В четвертичных отложениях долины имеется два водоносных горизонта галечников, перемежающихся с суглинками. По скважинам совершенно отчетливо устанавливаются три водоносных горизонта: 1) в верхнем слое галечников, слабо водоносный; 2) в нижнем слое галечников, более водоносный; 3) в щебнистых отложениях яшм и в трещиноватых яшмах, вблизи тектонического разлома на левом берегу реки, наиболее водоносный.

Коэффициент фильтрации в галечниковых отложениях изменяется от 1,0 до 8,6 *м/сутки*, а в щебнистых и трещиноватых яшмах от 11,2 до 21,8 *м/сутки*. В соответствии с фильтрационной способностью, наибольшей водоотдачей отличаются скважины в трещиноватых породах коренного ложа долины. Имеются скважины, дебит которых при откачке достигает 15 *л/сек*. Однако ресурсы подрусловых вод в пределах кремнисто-яшмовидного, туфо-порфиритового, туфопесчаникового комплексов пород по склону хр. Ирендыка к р. Уралу весьма ограничены. По данным Водоканалпроекта, при строительстве плотины на р. Худолазе около Нового Сибая приток воды в траншеи для укладки зуба плотины из аллювия и трещиноватых туфопесчаников был 40 *л/сек*. Подрусловые воды используются для водоснабжения, они очень мягкие (2,0—5,5°) и безупречны в бактериальном отношении.

Река Большая Уртазымка — самая южная водная артерия на восточном склоне хр. Ирендыка. В пределах долины этой реки особенно интенсивно проявлены ступенчатые глыбовые подвижки мезозойского времени. В углублениях около сбросов в ней сохранились юрские угленосные отложения. По берегам реки возвышаются холмы и утесы, свидетельствующие об омоложении новейшими глыбовыми подвижками выравненных пространств Южного Урала. Около пос. Яковлевского в тектоническом уступе, по которому проложено русло реки, отмечены выходы подземных вод. Характерный источник наблюдается около Яковлевского брода. Вода этого источника имеет сильный запах сероводорода, свидетельствующий об относительно глубокой циркуляции вод по трещиноватым известнякам и порфиритам. В зоне разломов, а также в юрских угленосных отложениях имеются значительные запасы подземных вод. Л. С. Либрович (1927) указывал, что в прошлом по причине большого притока подземных вод здесь были закрыты угольные шахты.

Аллювий и его водоносность по р. Б. Уртазымке выражены слабо. В летнюю и особенно зимнюю межень, когда водоток Уртазымки прерывается и река представляет собой небольшие разобщенные плесы, можно заметить, что между плесами по песчаному аллювию имеется поток грунтовых вод.

Речка Сосновка, приток р. Б. Уртазымки, протекает в обширной древней долине исчезнувшей большой реки. В мощном песчано-глинистом аллювии этой реки известно два горизонта грунтовых вод. Первый горизонт, в верхних глинистых песках на глубине 3—5 *м*, вскрывается многочисленными колодцами в дер. Б. Сосновке. Мощность его 0,5—2,0 *м*. Водоотдача колодцев не более 2—3 $м^3$/*сутки*. В той же долине, в 15 *км* севернее Сосновки, около сельскохозяйственной фермы Кировского совхоза, бурением вскрыт второй горизонт слабо напорных грунтовых вод в мелком песке на глубине 27—30 *м*. Мощность его

1,5—2,0 *м*. Скважина имеет водоотдачу 0,5 *л/сек* (1,8 *м*³/*час*) при понижении уровня на 10—15 *м*.

Река Уй имеет широтную долину, врезанную в абразионную почти-равнину Южного Урала. Для этой долины характерен ступенчатый продольный профиль. От пос. Бирюковского до пос. Подгорного русло реки имеет уклон 0,0008; от пос. Подгорного до дер. Белого Ключа уклон достигает 0,0023; несколько ниже русло становится более пологим (0,0008); около Троицкого совхоза уклон реки вновь сильно возрастает, а у г. Троицка становится нормально пологим. На участках большого уклона русло реки врезается в коренные породы, и аллювий в пойме практически отсутствует; на участках малого уклона коренное ложе долины сильно переуглублено, заполнено аллювием и содержит грунтовые воды, имеющие практическое значение.

Наиболее полные данные о водоносности речных отложений имеются около г. Троицка. Пойменная терраса, шириной около 130—140 *м*, сложенная песчано-галечниковыми отложениями мощностью 11—15 *м*, находится в глубокой долине, которая проложена среди слабо водоносного комплекса метаморфических сланцев и вулканогенных пород. Грунтовые воды поймы здесь каптированы четырьмя шахтными колодцами, которые расположены по одной прямой линии вдоль р. Уя на расстоянии 50—60 *м* друг от друга. Колодцы углублены до 10—11 *м* в водоносные песчано-галечниковые отложения, которые местами разделены слоем глины на два горизонта.

Откачка воды ведется из нижнего горизонта. Статический уровень воды в колодцах при их проходке был на 0,5 *м* выше уровня воды в реке; дно колодцев углублено до коренных пород и находится на 9 *м* ниже уровня реки. Из четырех колодцев откачивается для хозяйственно-питьевого водоснабжения 1500 *м*³/*сут* (17,3 *л/сек*) воды. С понижением уровня воды в реке дебит колодцев несколько уменьшается. Длительная эксплуатация колодцев показывает, что грунтовые воды поймы питаются речной водой, которая, фильтруясь через песчаные отложения, приобретает значительную чистоту, при этом химический состав воды из колодцев тождественен составу речной воды.

В бассейне р. Уя, в целом ряде мест по современным тальвегам поверхностного стока, аллювиальные отложения с грунтовыми водами отсутствуют. Например, русло рч. Кидыша около Петропавловского совхоза проложено в скальных порфиритах. Поверхностный водоток речки сильно загрязняется. Для водоснабжения совхоза успешно каптированы шахтным колодцем грунтовые воды в погребенной древней балке на правобережье р. Кидыша.

Реки Камышлы-Аят, Синташта и Шуртанды берут свое начало на равнинном степном засушливом Урало-Тобольском водоразделе и принадлежат бассейну р. Тобола, являясь его левобережными притоками. Верховья этих рек находятся в пределах гранитных массивов и характеризуются отсутствием или малой мощностью водоносного аллювия. Ниже по течению рек появляется водоносный песчано-галечниковый аллювий, грунтовые воды которого связаны с поверхностными водами этих степных рек, представляющих собой в межень разобщенные плесы.

Водоснабжение населенных пунктов (Полтавка, Бреды, Джетыгора), расположенных около широкой надпойменной террасы описываемых рек, осуществляется за счет многочисленных неглубоких колодцев. В долине р. Шуртанды для каптажа грунтовых вод в ее пойме сооружена поперечная водосборная галерея, которая имеет водоотдачу около 10—12 *л/сек* и обеспечивает доброкачественной водой крупный населенный пункт.

Однако в ряде случаев, по этим же долинам отдается предпочтение более глубоким водам, залегающим в трещиноватых коренных породах (Полтавка, Джетыгора).

ГРУНТОВЫЕ И БОЛЕЕ ГЛУБОКИЕ ТРЕЩИННЫЕ ВОДЫ ДРЕВНИХ ДОЛИН

Водоносность древнеаллювиальных отложений изучена очень слабо. Широкое распространение их в пределах погребенных долин Южного

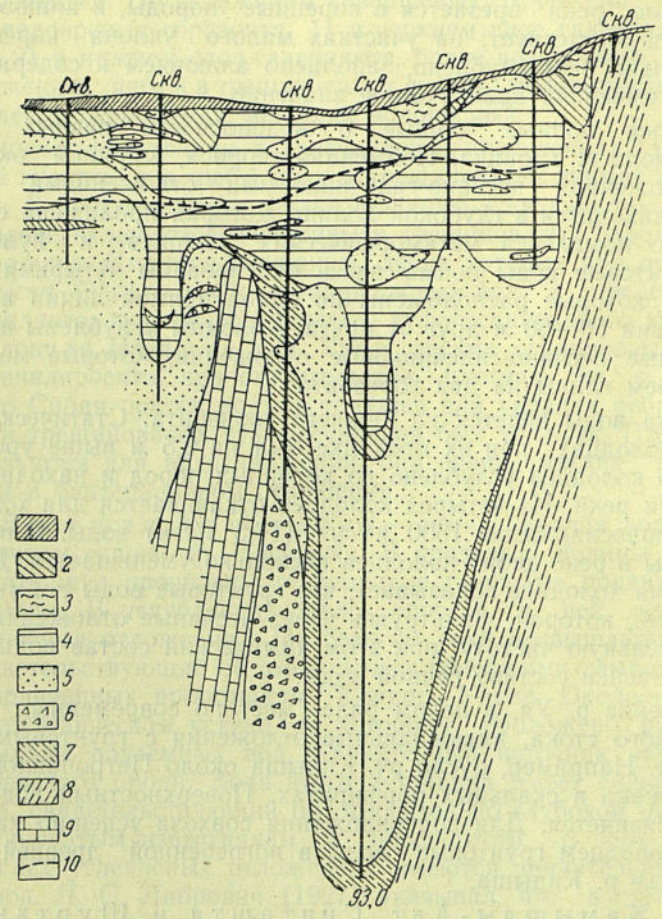


Рис. 8. Разрез древней долины (миоценовой) в районе с. Астафьевского

1—суглинок; *2*—глина пестроцветная; *3*—глина бурая; *4*—глина огнеупорная; *5*—песок; *6*—галечник; *7*—цветные глины; *8*—кремнистые сланцы; *9*—известняк; *10*—уровень грунтовых вод

Урала требует постановки соответственных гидрогеологических исследований. Погребенные глубокие каньонообразные впадины на почти-равнине восточного склона Урала—любопытное явление в гидрогеологии этого края. Интересный разрез одной из подобных впадин представлен на рис. 8. Эта меридиональная депрессия глубиной до 100 *м* заполнена однородными кварцевыми песками, на которых лежат огнеупорные глины Астафьевского месторождения. Грунтовые воды песчаных отложений при вскрытии неглубокими колодцами используются для водоснабжения местного населения. Водоотдача колодцев обычно невелика и не превышает 0,1—0,2 *л/сек*, при этом вода имеет минерализацию до 1,3—3,0 *г/л*.

Не менее интересны подобные долины в каменноугольных известняках на равнинном Урало-Тобольском водоразделе в пределах старых приисков (Михайловский, Колчим и Сераппионовский), где глубокие каньоны заполнены слабо водоносными песчаными отложениями миоценового времени, а в бортах и дне долин находятся скопления трещинных вод. Последние могут быть использованы для водоснабжения.

Наконец, в полосе мраморизованных известняков западнее пос. Аландского заслуживает внимания древняя долина рч. Солончанки, где поперечный скалистый уступ прерывает хорошо разработанную долину (см. рис. 5). Подобные уступы заслуживают внимания в связи с наличием в их зонах обновленной трещиноватости пород, в которых локализуются подземные воды.

ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ ТРЕТИЧНЫХ И МЕЗОЗОЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ

Восточно-Челябинский район

На восток от г. Челябинска простирается обширная равнина, сложенная третичными и мезозойскими отложениями. Водоносность этих отложений наиболее полно изучена в районе буроугольных месторожде-

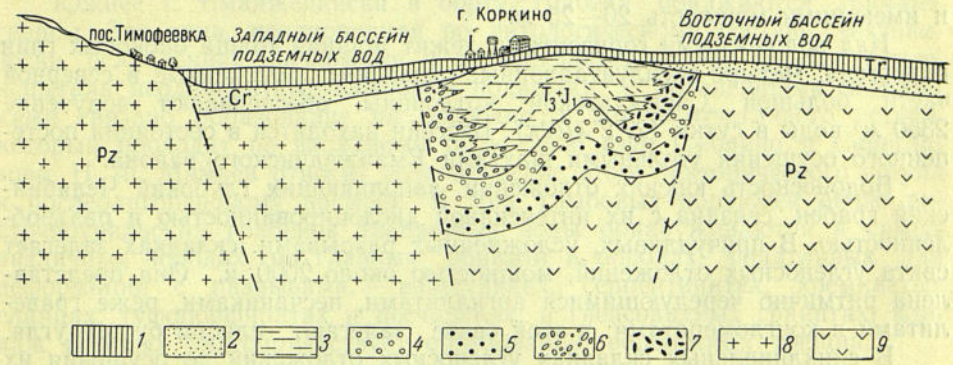


Рис. 9. Разрез Челябинского грабена (по А. Д. Рубану)

1—третичные отложения; *2*—верхнемеловые отложения; *3, 4, 5, 6, 7*—аргиллитовые, аркозо-граувакковые, граувакковые, песчано-глинистые, галечниковые отложения юры; *8*—граниты; *9*—порфириты

ний. Глыбовая тектоника обусловила сложность распределения подземных вод в пределах этих месторождений. Даже верхний водоносный горизонт в третичных и верхнемеловых отложениях, в связи с тектонической структурой района, имеет прерывистое распространение. Челябинские гидрогеологи различают вдоль угленосных грабенов западные и восточные бассейны подземных вод в третичных и верхнемеловых отложениях. Эта разобщенность обусловлена поднятием триас-юрских угленосных отложений в сдавленном грабене (рис. 9). Подземные воды западного Коркинского бассейна залегают в небольшой мульде, глубиной 70—90 *м*. Ее верхняя часть сложена неогеновыми песками, глинами и палеогеновыми опоковидными глинами; нижняя водоносная часть мульды сложена кремнистыми опоками палеогена и кварцево-глауконитовыми песчаниками верхнего мела. Мощность водоносных отложений 30—50 *м*. Водоносный горизонт эксплуатируется пятью скважинами, расположенными на площади примерно 2 *км*^{2}. Суточный дебит различных скважин изменяется от 100 до 3000 *м*^{3}. Многолетняя эксплуатация бассейна, при его площади 48 *км*^{2} и водоотдаче 85 *л/сек*, показывает, что норма подземного стока в условиях дренирования примерно равна 1,75 *л/сек* с 1 *км*^{2}. В последнее время водоотдача бассейна начинает уменьшаться в связи с дренирующим действием Коркинского угольного карьера, имеющего глубину 300 *м*.

На восточном борту грабена разведаны и эксплуатируются два бассейна подземных вод в третично-меловых отложениях. Первый приурочен к котловине осушенного оз. Курляды, а второй к котловине оз. Большого Сары-Куля, также осушенного. Котловины названных озер соответствуют понижениям рельефа палеозойских пород, погребенных под третичными отложениями; в этих котловинах мощность покровных третичных и верхнемеловых осадков обычно возрастает.

Курлядинский бассейн заключает в себе основной горизонт подземных вод в кремнистых опоках палеогена и кварцево-глауконитовых песчаниках верхнего мела на глубине 40—45 *м*. Этот горизонт имеет мощность около 15 *м* и эксплуатируется четырьмя скважинами. Суммарный водозабор из скважин в среднем 3500 $м^3$. Скважины имеют водоотдачу от 350 до 1500 $м^3/сут.$ (5—20 *л/сек*). Бассейн, эксплуатируемый скважинами, имеет площадь дренирования около 36 $км^2$. Непрерывная откачка воды из скважин по 40 *л/сек*, вероятно, близка к норме подземного стока по данному бассейну.

Большой Сарыкульский бассейн подземных вод расположен, как и Курлядинский, в восточном борту Челябинского грабена. Основной водоносный горизонт представлен в нем кварцево-глауконитовыми песчаниками верхнемелового времени, залегающими на глубине 40—45 *м* и имеющими мощность 20—25 *м*.

Над водоносными горизонтами лежит мощная толща опоковых глин палеогена. Четыре эксплуатационные скважины, заложенные в северной части большой Сарыкульской котловины, обеспечивают получение 2350 $м^3$ воды в сутки (27,2 *л/сек*). Бассейн находится в состоянии постепенного осушения угольными шахтами Еманжелинского района.

Водоносность юрских отложений, заполняющих глубокий Челябинский грабен, связана с их интенсивной дислоцированностью и раздробленностью. В причудливых, усложненных разрывами, складках залегает свита угленосных отложений, мощностью около 2000 *м*. Она представлена ритмично чередующимися аргиллитами, песчаниками, реже гравелитами и конгломератами; в этой свите залегают пласты бурого угля.

В синклинальных складках угленосных отложений до осушения их горными выработками имелись обильные напорные воды. Последние локализовались в трещиноватых пластах угля и в песчаниках, причем особенное обилие воды отмечалось в осевых плоскостях складок.

В северной части грабена, на Козыревском участке, за пределами дренируемых шахтных полей имеются две скважины, которые до сих пор дают около 1000 $м^3$ воды в сутки. Скважины углублены в угленосную толщу на 150 *м*, имеют водоотдачу 6,0 и 8,5 *л/сек*, при понижении динамического уровня на 15—20 *м*.

А. П. Сирман, в результате изучения водоносности триас-юрских отложений Челябинского района, выявил, что в пределах грабенов до глубины 150 *м* находится пояс активной циркуляции карбонатных вод, ниже, в интервале глубин 150—300 *м*, находится пояс затрудненного водообмена с минерализованными сульфатно-хлоридными водами, а глубже 300 *м* расположен пояс относительного застоя, сильно минерализованных хлоридно-натриевых и хлоридно-кальциевых вод. Минерализация подземных вод в интервале от 300 до 1290 *м* с глубиной возрастает от 3,0 до 39,0 *г/л*.

ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ В КОМПЛЕКСЕ ПАЛЕОЗОЙСКИХ ПОРОД

Челябинский район

В отношении нахождения подземных вод в комплексе палеозойских пород особый интерес представляет тектонически ослабленная бортовая зона триас-юрских угленосных грабенов, глубиной до 3,5 *км*, шириной

до 15 *км* (г. Копейск), прослеживаемых вдоль восточного склона Урала от г. Буланаша на севере через восточные окрестности г. Челябинска в Полтавский район на юге.

Эта зона палеозойских структур, осложненных сооружениями триас-юрского времени, претерпела значительные глыбовые подвижки. Нарастание новейшей тектонической нарушенности и увеличение ресурсов подземных трещинных вод все отчетливей наблюдается с приближением к восточноуральским грабенам. Это явление устанавливается бурением скважин на воду в порфиритах и известняках в окрестностях Буланашских копей, в известняках г. Сухоложья и Курьинского курорта, в районе г. Богдановича и Троицко-Байновских рудников и, наконец, в районе г. Челябинска. Она проходит через восточную часть города, где имеет сложное геологическое строение. Параллельно угленосному грабену в его бортах, в частности в западном обнаженном эрозией борту, имеется целый ряд больших тектонических разломов. Большой разлом прослеживается с севера на юг по восточной окраине Челябинского гранитного массива (рис. 10). Восточней этого разлома в борту грабена находятся силурийские порфириты и туфы с прослоями яшмовидных кремнистых сланцев; здесь же зажаты небольшие массивы серпентинитов; еще ближе к грабену обнажаются конгломераты, песчаники и известняки каменноугольного возраста.

Южнее г. Еманжелинска в борту грабена обнажаются гранито-гнейсы. Эта зона, неоднородная по литологическому составу, тектонически ослабленная разломами и отличающаяся своей подвижностью, испытала неоднократные глыбовые подвижки. С позднейшими подвижками связано образование на поверхности земли отчетливого уступа, который проходит по западному побережью озер Смолино и Синеглазово. Н. Ф. Мамаев относит возникновение этого тектонического уступа к послеолигоценовому времени. В зоне глыбовых подвижек около восточноуральских грабенов трещинные воды обнаруживаются в самых различных породах, но главным образом в породах, податливых для деформации с разрывами, — известняках, серпентинитах, кремнистых сланцах, туфопорфиритах и песчаниках, в гнейсовидных гранитах, кливаж которых благоприятствует образованию водоносных трещин.

Водоносность известняков. Мраморизованные известняки визейского возраста залегают в пределах узкой меридиональной полосы восточней г. Челябинска; они обнажаются на западном берегу озер Смолино и Синеглазово. Известняки отличаются сильной нарушенностью, неравномерной трещиноватостью и круто погружаются на восток. В них наблюдаются большие уходящие на глубину щели, заполненные песчаным материалом (см. рис. 2).

На северо-западном берегу оз. Смолино из известняков выходят подземные воды. Дебит источника устойчив и примерно равен 3 *л/сек.* На западном берегу озера выходят еще два источника; дебит одного из них 0,8 *л/сек,* а второго 2 *л/сек.* Севернее у дер. Баландино в берегу р. Миасса имеется источник с дебитом примерно 2 *л/сек.* Челябинский горкомхоз в пределах данной полосы известняков пробурил несколько скважин. Одна из скважин, при глубине 34,7 *м,* вскрыла трещинные воды, уровень которых установился на глубине 9 *м;* удельный дебит скважины 8 *л/сек.* Несколько севернее пробурена вторая скважина до глубины 50 *м;* она вскрыла в известняках древний карст, заполненный песчано-глинистым материалом; трещинные воды имеют здесь пьезометрический уровень на глубине 8 *м,* а удельный дебит скважины равен 6 *л/сек.* Хорошая питьевая вода, имеющая жесткость не более 16—17°, с успехом используется для водоснабжения населения. Ограниченный бассейн питания подземных вод в известняках Смолино-Синеглазовской полосы позволяет использовать эти воды для снабжения небольших

селений, потребность которых в воде не более 2000—2500 *м*³/*сут* (30 *л/сек*).

Наиболее значительный бассейн подземных вод в визейских известняках, залегающих по соседству с триас-юрскими грабенами, имеется в нижнем течении р. Сухарыша, в 15 *км* на северо-запад от пос. Кичигинского. Визейские известняки образуют здесь синклинальную струк-

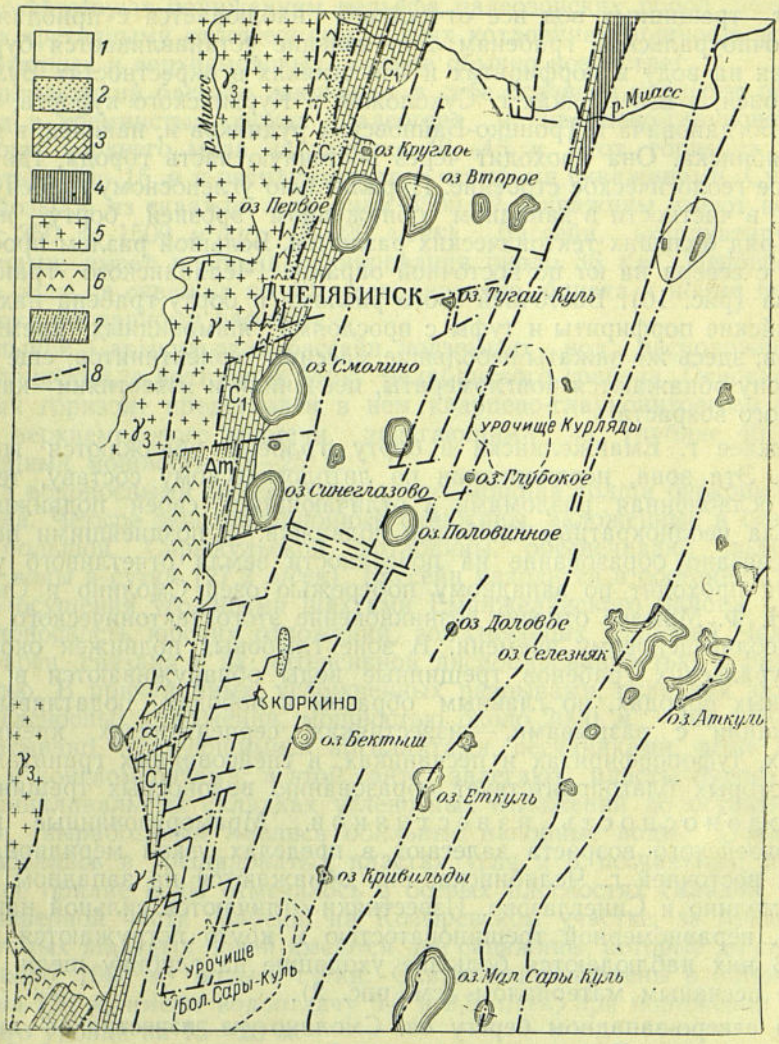


Рис. 10. Схема глыбовых разломов к востоку от г. Челябинска

1—покров третичных отложений Зауралья; *2*—обнажения юрских отложений; *3*—известняки, нарушенные блоковыми подвижками в борту Челябинских грабенов; *4*—метаморфические сланцы; *5*—граниты и плагиограниты; *6*—порфириты; *7*—амфиболиты; *8*—глыбовые разломы мезозойского времени

туру, несогласную с подстилающими ее силурийскими и девонскими отложениями и очень нарушенную. Бассейн подземных трещинно-карстовых вод располагается вдоль синклинальной структуры в пределах меридионального плоского понижения земной поверхности и имеет размеры с севера на юг 30 *км*, а с запада на восток 7—8 *км*. В устьевой части рч. Сухарыша, от пос. Мохряново до впадения последнего в р. Увельку, из закарстованных трещиноватых известняков выходит рассеянный источник подземных вод, отдельные струи которого имеют дебит 0,5—2,5 *л/сек;* нарастание расхода рч. Сухарыша на этом отрезке

от 15 до 415 *л/сек* определяет возможные водные ресурсы данного бассейна около 400 *л/сек*. Если отнести эту величину к площади бассейна, то норма стока подземных вод будет около 2 *л/сек* с 1 *км*². Подземные воды бассейна имеют небольшую карбонатную минерализацию и вполне пригодны для водоснабжения. Вода источников в долине рч. Сухарыша характеризуется устойчивой температурой (6,5—7,5°С).

Водоносность серпентинитов. В соседстве с известняками в пределах бортовой зоны челябинских грабенов залегают небольшие массивы серпентинитов, заслуживающие внимания в отношении водоносности.

Буровыми скважинами севернее г. Челябинска, около дер. Муслюмово, в серпентинитах вскрыты обильные трещинные воды. Известно, что серпентиниты отличаются большой раздробленностью и часто имеют брекчиевидный облик. Эти породы, оказавшись в тектонически подвижной зоне вблизи глубокого грабена и испытав неоднократные подвижки вплоть до послеолигоценовых, характеризуются интенсивной трещиноватостью и водоносностью. При длительной откачке скважин каждая из них имела дебит не менее 8 *л/сек* при снижении динамического уровня вод не более 7,5 *м*. Вследствие хорошей водоотдачи и значительного простирания серпентинитов вдоль описываемой зоны за счет их можно осуществить водоснабжение селений с общим дебитом источников эксплуатации до 25—30 *л/сек* (2500 *м*³/*сут*). К югу от г. Челябинска на протяжении этой же зоны около г. Карталы из серпентинитов Верблюжьегорского рудника в течение многих лет неглубокой шахтой непрерывно откачивается около 13 *л* воды в секунду. В засушливых степных пространствах Южного Урала это количество воды представляет большой практический интерес.

Водоносность порфиритов и кремнистых сланцев. Силурийский порфирито-туфовый комплекс пород обычно рассматривается как безводный. Однако в зоне тектонической нарушенности вблизи челябинских грабенов в порфиритах и их туфах, а особенно в контактах с кремнистыми сланцами, имеются трещинные воды. В процессе разведки подземных вод для водоснабжения городка угольщиков Коркино А. П. Сирман отметил, что в прибортовой впадине на западной окраине угленосного грабена под третичными и верхнемеловыми отложениями имеются водообильные трещины разлома в порфиритах. Эти разломы прослежены геолого-разведочными работами треста Челябуглеразведка и с ними в значительной мере связано поступление подземных вод к эксплуатационным скважинам, пройденным в верхнемеловых кварцево-глауконитовых песчаниках, залегающих на порфиритах. Гидрогеологическое бурение вокруг эксплуатационных скважин в верхнемеловых песчаниках показывает, что они слабо водопроницаемы, и их водообильность на отдельных участках связана с подтоком вод по разломам в порфиритовом основании. Бассейн питания этих вод расположен на восточном склоне Урала западнее челябинских грабенов. Значение вод, поступающих сюда по трещиноватым породам, можно установить сопоставлением результатов гидрогеологического бурения в западном и восточном бортах челябинского грабена. Западный борт за счет потока подземных вод от Урала более водообилен, чем восточный. Ресурсы вод Коркинского бассейна на западном борту грабена оцениваются примерно 85 *л/сек*, а Копейско-Камышинского и Еманжелинского бассейнов на восточном борту — по 27—40 *л/сек*.

Водоносность гранитов и гранодиоритов. Челябинский гранитный массив, согласно бурению скважин на воду, в своей центральной части может рассматриваться как безводный. Только на востоке, где развиты подвергшиеся динамометаморфизму плагиограниты и гранодиориты, бурением обнаружены трещинные подземные воды. Трещиноватость пород возрастает с приближением к тектоническому

разлому, который проходит восточней г. Челябинска и приводит в соприкосновение плагиограниты с порфиритами, известняками и сланцами бортовой зоны глубоких триас-юрских грабенов.

Эта зона большой тектонической нарушенности в восточной окраинной части плагиогранитового массива отличается сложной системой глубоких водоносных трещин. При бурении скважин в долине рч. Зюзелки сразу же ниже с. Долгодеревенского среди плагиогранитов на глубине 80 *м* вскрыт тектонический разлом с напорной водой. Скважина в долине реки при самоизливе имела дебит около 2,5 *л/сек*, а снижение пьезометрического уровня — около 2 *м*. Здесь же среди плагиогранитов обнаружены глубокие почти вертикальные трещины северо-восточного простирания, характеризующиеся глубокой циркуляцией подземных вод.

Бурение скважин на воду в плагиогранитах на правом берегу р. Миасса восточней селений Каштак и Першино в целом ряде случаев позволяло обеспечить водоснабжение небольших поселков. Водоотдача скважин, по результатам опытных откачек, приводится в табл. 2.

Таблица 2

№ скважины	Глубина *м*	Глубина статического уровня воды *м*	Глубина динамического уровня воды *м*	Понижение уровня воды при откачке *м*	Дебит скважины *л/сек*
1	63,10	14,52	33,55	19,03	3,2
2	57,0	15,90	21,40	5,50	4,5
3	55,20	6,75	7,0	0,25	5,0
4	53,00	18,40	42,00	23,60	0,6
5	57,00	12,30	27,94	15,64	2,4
6	71,23	16,30	15,63	9,33	1,0
7	55,03	12,20	49,84	37,64	0,4
8	65,60	7,50	30,90	23,40	2,0
9	60,10	3,40	39,00	35,60	2,1
10	27,30	7,14	4,62	2,48	3,5
11	36,67	7,00	21,20	14,20	1,05
12	40,46	0,54	6,89	6,35	2,00
13	42,65	6,10	26,20	20,10	1,52
14	50,54	11,10	23,10	12,00	1,73
15	44,13	4,20	24,60	20,40	0,58
16	35,83	2,75	9,50	6,75	3,20

Трещиноватые плагиограниты и гранодиориты обладают весьма неравномерной водоносностью. Водоотдача скважин изменяется от 0,5 до 5,0 *л/сек*. Замечено, что глубокие щели коры выветривания продолжаются вглубь почти вертикальными водоносными трещинами. Скважины, которые вскрывают эти трещины, обладают повышенной водоотдачей. Восточнее с. Долгодеревенского, а также в окрестностях с. Есаульского среди гранодиоритов наблюдаются узкие зоны смятия и дробления пород, которые уходят на глубину и характеризуются наличием трещинных вод.

Характерная зона трещинных вод в гранодиоритах прослежена на левобережье р. Миасса от пос. Шершневского к бывшему Градскому золотому прииску (рис. 11). Она имеет почти меридиональное простирание на протяжении 5 *км* при ширине около 1 *км*. Гранодиориты в ее пределах пронизаны многочисленными (более 200) кварцево-сульфидными и кварцевыми жилами, имеющими широтное простирание и крутое северное падение. Мощность жил — от нескольких сантиметров до 2 *м*.

По зальбандам жил и в гранодиоритах развита сопряженная система широтных и меридиональных водоносных трещин, по которым поступала вода в шахты заброшенного Градско-Шершневского золо-

того прииска. Приток воды в шахты, в соответствии с их расположением, глубиной и фронтом работ, приводится в табл. 3.

Таблица 3

Шахта	Время наблюдения	Глубина *м*	Длина *м*	Приток воды в *м³/час*
Богословский прииск				
шахта № 4	1/VIII 1936 г.	21	—	22,8
Градский прииск				
шахта № 8	1/III 1941 г.	28	620	44,3
шахта № 3	1/III 1941 г.	56	—	54,0
шахта № 2	1/III 1941 г.	85	460	45,0

При дренировании трещинных вод в гранодиоритах до глубины 85 *м* устойчивый приток 100 *м³/час* (30,5 *л/сек*), радиус воронки депрессии при этом — примерно 2 *км*. По физико-химическим свойствам подземные воды прииска вполне пригодны для хозяйственно-питьевого во-

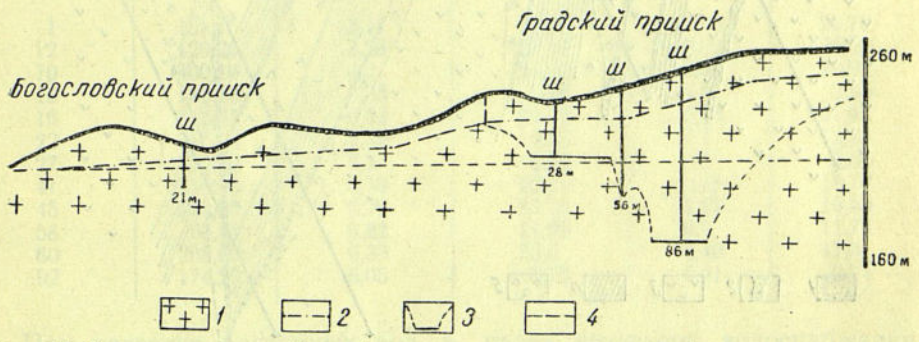


Рис. 11. Гидрогеологический профиль по шахтам Градско-Шершневского прииска
1—трещиноватые гранодиориты. *2*—статический уровень подземных вод; *3*—депрессионная воронка при откачке воды из шахт; *4*—уровень р. Миасс

доснабжения и только загрязнение вод в горных выработках служит препятствием для их использования.

По восточной окраине Челябинского гранитного массива имеется небольшой клинообразный участок гнейсов, находящийся в тектоническом контакте с известняками Смолинозерской полосы. Из гнейсов выходит ряд небольших источников; наиболее значительный из них — Мурзинский Ключ имеет устойчивый дебит 1,7 *л/сек*.

Характерно, что в центральной части массива, сложенного нормальными гранитами, бурение многочисленных скважин на воду не дало положительного результата. Ни одна из пробуренных скважин не имела дебита более 0,4 *л/сек* при большом снижении динамического уровня трещинных вод в процессе откачки.

Теченский район

Теченский район больших озер Калды, Чебакуля, Уелги на междуречье Течи и Караболки характеризуется подземными трещинными водами, циркулирующими по глыбовым разломам. Последние по времени и условиям формирования, повидимому, находятся в связи с челябинскими грабенами, которые расположены восточнее. Вертикальные и крутопадающие трещины разломов в порфиритах прослеживаются в Теченском районе буровыми скважинами на глубинах 300 *м* и более, характеризуясь глубоким щелеобразным развитием коры выветривания. По трещинам-щелям вследствие длительной и достаточно глубокой цир-

куляции подземных вод наблюдается глубокое выветривание пород; в бортах этих щелей, заполненных глинистыми продуктами выветривания, наблюдается локализация обильных вод. В неоднородном комплексе пород, сланцеватые толщи которых поставлены на голову или круто падают на восток (рис. 12), отмечается приуроченность разломов к контактам различных пород; положение контактов определяет ориентировку разломов, хотя наблюдаются разломы и несогласные.

Формирование разломов происходило в мезозойское время, однако наблюдаются следы глыбовых подвижек по ним и в послеолигоценовое время. Снивелированная поверхность района, покрытого маломощными осадками палеогеновой морской трансгрессии, в результате более позд-

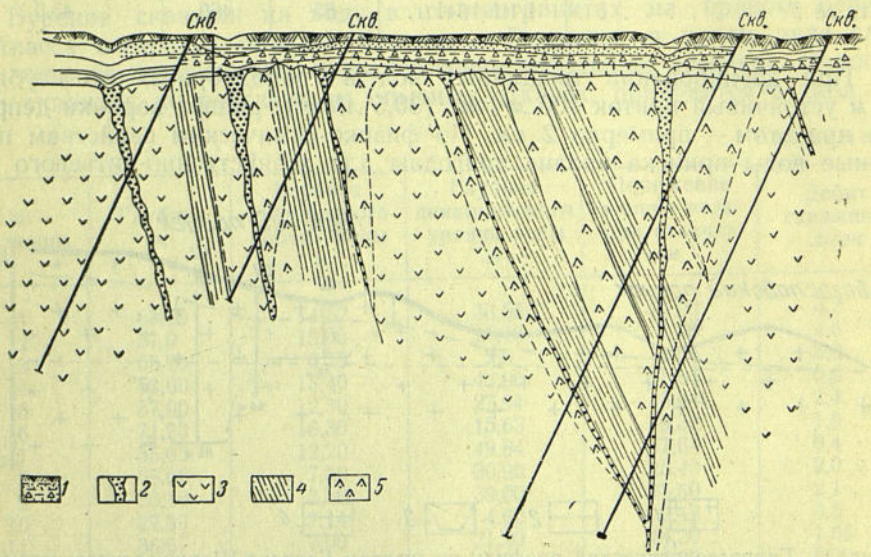


Рис. 12. Разрез водоносной зоны глыбовых разломов на р. Тече около дер. Малой Тоскиной

1—покровный комплекс четвертичных и третичных отложений; *2*—трещины-щели растяжения в зоне интенсивных глыбовых движений; наиболее значительные трещины заполнены продуктами разрушения пород; меньшие трещины открыты для современной циркуляции подземных вод; *3, 4*—порфириты и сланцы с локализацией подземных вод по трещинам на участках глыбовых разломов; *5*—порфириты, глубоко выветрелые на участках, где ранее происходила наиболее активная циркуляция подземных вод по глыбовым разломам

него неравномерного поднятия и глыбовых подвижек приобрела небольшие уступы, валы и гребни. Над разломами, подвергшимися поперечному растяжению, в третичном покрове наблюдаются явления провалов в виде продольных цепей воронок на поверхности земли.

В связи с позднейшими колебательными движениями земной поверхности гидрография района приобрела новые черты. На водораздельном пространстве между реками Течей и Караболкой возникло большое озеро Уелги, в котором уровень воды находится на 20 *м* ниже, чем в р. Тече и на 6 *м* ниже, чем в р. Караболке. Долины этих рек в своем развитии отстают от формирования земной поверхности, положение их не совпадает с наибольшими понижениями, образовавшимися в результате неравномерных колебательных движений земной коры.

Новейшие движения создали характерные цепи озер: Шаблиш, Червяное, Сунгуль, Тыгиш, Ключи, Калды, Чебакуль, Теренкуль, Узынкуль, Курги, Касарги и др. Последние четыре озера находятся южнее р. Течи.

Изучение глыбовой тектоники в отмеченных местах вскрывает сложную систему разломов, по которым локализуются подземные трещинные воды, связанные с поверхностными водами — озерными, речными, болотными и метеорными.

Подземные трещинные воды глыбовых разломов вскрываются многочисленными скважинами на Теченском месторождении. Скважины при откачке имели водоотдачу до 8 *л/сек* при понижении динамического уровня около 3 *м* (табл. 4).

В условиях локализации трещинных вод вдоль разломов и взаимной гидравлической связи между ними в пределах Теченской тектонической зоны можно каптировать подземные воды отдельными скважинами или шахтными колодцами, которые будут давать 25—50 *л* воды в секунду при снижении динамического уровня на 75—100 *м* и радиусе воронки депрессии 2,0—2,5 *км*.

Результаты опытных откачек воды из буровых скважин на Теченском месторождении приведены в табл. 4.

Таблица 4

№ скважины	Глубина *м*	Статический уровень воды *м*	Динамический уровень воды *м*	Дебит *л/сек*	Понижение *м*
1	181,15	3,17	29,87	0,50	26,70
2	129,20	3,20	29,70	0,02	26,50
10	400,10	4,2	27,10	0,91	22,9
13	185,80	3,35	6,20	4,8	2,85
16	312,35	3,52	24,57	0,13	21,05
22	310,05	3,39	16,27	7,1	12,88
27	177,30	2,2	8,04	7,1	5,84
41	116,90	3,39	22,15	0,35	18,76
45	223,80	6,70	23,25	1,81	16,55
58	66,85	6,22	17,99	0,7	11,74
60	208,60	6,30	23,6	0,40	17,3
92	174,20	6,05	8,79	8,21	2,74

При разведке подземных вод в целях питьевого водоснабжения населенных пунктов следует иметь в виду, что в бассейне р. Течи подземные воды отличаются значительным содержанием фтора, часто выше установленных норм. Предполагается, что обогащение подземных вод фтором связано с выщелачиванием покровных третичных отложений, в которых содержится ратовкит. Необходимо проверить это предположение в Теченском и смежных с ним районах.

Полтавский район

Полтавский район представляет собой сложную синклинальную структуру, располагающуюся между большими массивами — Джабык-Карагайским гранитным на западе и Новокатенинским габбро-диоритовым на востоке. По меридиану пос. Полтавского проходит большой тектонический разлом, в пределах которого расположены небольшие триас-юрские грабены. Мезозойские глыбовые движения обусловили значительную трещиноватость горных пород в этой зоне. Интенсивная трещиноватость и водоносность пород наблюдаются в контактовой зоне серпентинитов с известняками у разъезда Гогино Южно-Уральской ж. д. Значительной водоносностью отличаются серпентиниты Верблюжьегорского хромитового рудника. Приток подземных вод из серпентинитов в Верблюжьегорскую шахту при глубине 50 *м* равен 13 *л/сек*. Из серпентинитового массива в долине рч. Карталы-Аят выступают подземные воды, каптаж которых позволяет обеспечить питьевое водоснабжение.

В пределах описываемой тектонической зоны водоносна песчано-глинистая угленосная толща нижнекаменноугольного возраста. Приток воды в угольные шахты Полтавского месторождения при глубине 75,80 *м* достигает 25 *л/сек*. Наряду с водоносными участками в преде-

лах рассматриваемого района имеются безводные участки. В угленосной толще каменноугольного возраста и в известняках наблюдаются практически безводные шахты, карьеры и буровые скважины. Сложное распределение подземных вод в районе определяется главным образом позднейшими глыбовыми движениями и локализацией водоносных трещин вдоль основных разломов. В этом отношении большое значение имеет податливость горных пород к образованию трещин—известняков, обладающих небольшой силой сцепления, брекчиевидных серпентинитов, переслаивающегося комплекса пород угленосной толщи, пласты которой поставлены на голову вблизи юрских депрессий, при наличии в их бортах растягивающих усилий.

В противоположность этому бурением подтверждена безводность больших гранитных массивов: Джабык-Карагайского, Неплюевского и др. Только по окраинам их, на контактах с породами кровли, иногда наблюдаются трещинные воды. Последние обнаружены на северо-восточной окраине Джабык-Карагайского массива (Великопетровский участок) в его контакте с слюдисто-кварцитовыми сланцами. Шахта глубиной 45 *м* имеет здесь приток подземных вод только 2 *л/сек.* В юго-западном конце этого же массива, в долине рч. Ак-Муллы, в глыбовом разломе по контакту гранитов с сланцами наблюдаются обильные источники, с отличной по качеству водой. В отношении нахождения подземных вод заслуживает внимания жильное поле, находящееся в пределах плагиогранитного массива у сел. Варшавского. Как и в других смежных районах, жильные поля плагиогранитных массивов, в отличие от нормальных гранитных массивов, более перспективны для поисков подземных вод.

В районе, особенно в его равнинной восточной части, часто встречаются сильно минерализованные воды. Скважина, пройденная в с. Ново-Покровском в трещиноватых диабазах, вскрыла соленую воду с содержанием солей до 64,7 *г/л.* Многочисленные трещины в керне выполнены отложениями каменной соли. При бурении скважин в данном районе могут встретиться очаги накопления солей в бессточных впадинах на выравненных междуречных пространствах.

В описываемом районе для водоснабжения местных населенных пунктов особенно важное значение имеют речные долины с активными потоками пресных вод.

Брединский район

Условия нахождения подземных вод в Брединском районе в пределах сложной синклинальной структуры между Аландским гранитным массивом на западе и Мариновским плагиогранитным массивом на востоке подчинены сложной глыбовой тектонике, основные элементы которой заложены в палеозойское время, развиты в мезозое и обновлены в неогене.

Основные черты гидрографии определяются этой тектоникой. Реликты мезозойских и третичных долин, а также современные долины проложены вдоль глыбовых разломов. Особенно хорошо это видно на разрезах ископаемых долин миоценового времени.

В описываемом районе наибольшую водообильность имеют известняки нижнекаменноугольного возраста вблизи большого тектонического разлома западнее пос. Бреды. Скважины, пробуренные в области разлома на левом берегу р. Синташта, при глубине 40 и 60 *м* дают воду хорошего качества. Производительность каждой скважины 30 *л/сек.* Севернее в понижении к р. Карталы-Аят в тех же известняках, но значительно дальше от тектонического разлома была пройдена шахта, которая при глубине 135 *м* имела приток воды 5,5 *л/сек.*

Локализация трещинных вод в бортах погребенных глыбовых разломов в известняках и кремнистых сланцах отмечается на прииске Колчим, точно так же как на прииске Покровском в Кочкарском районе. В соседстве с разломами этого типа значительная водоносность наблюдается в серпентинитах. Скважина, пробуренная в серпентинитах на территории конного завода № 146, в 15 *км* на восток от пос. Бреды, при глубине 79 *м*, имеет водоотдачу примерно 5 *л/сек* при небольшом понижении динамического уровня. Аналогичная скважина пробурена на территории МТС, на северной окраине пос. Наследницкого. В Брединской угленосной полосе, где переслаиваются песчаники, сланцы и угли в изоклинально смятых и разорванных складках, приток подземных вод в горные выработки колеблется от 12 до 4 *л/сек*. В той же полосе по глыбовому разлому, вдоль которого проложен лог Коряжный, шахтным колодцем каптированы источники, общий дебит которых составляет 2,5 *л/сек*. Водоносность данной тектонической зоны прослеживается на большом протяжении от г. Карталы на севере до ст. Айдырля на юге. В пос. Айдырля для водоснабжения пробурены скважины. Краткая характеристика этих скважин приведена в табл. 5.

Таблица 5

№ скважины	Водоносные породы	Глубина скважины *м*	Глубина пьезометрического уровня воды *м*	Дебит воды при откачке *л/сек*	Понижение динамического уровня воды *м*
1	Трещиноватые порфириты, переслаивающиеся с сланцами, залегающие под мощной корой выветривания	75,7	6,7	5,8	47,0
2	Трещиноватые конгломераты	80,2	4,8	8,6	32,2
3	Трещиноватые порфириты, переслаивающиеся с кварцево-хлоритовыми сланцами	50,3	7,5	0,2	36,5

Брединский район отличается значительной минерализацией грунтовых вод, что связано с накоплением солей в отложениях неогена, когда район по своим палеогеографическим условиям был близок к современному Южному Казахстану с его солеными, сульфатными и содовыми озерами. Даже в поверхностных водах р. Синташта содержание солей более 0,6 *г/л*.

Миасско-Учалинский район

На юг от живописнейших Ильменских гор простираются обширные лесостепные пространства Миасско-Учалинского района.

В строении этого холмисто-равнинного района участвует сложный комплекс пород — от протерозойских гнейсов, разнообразных метаморфических сланцев, перекрытых углисто-глинистыми и углисто-кремнистыми породами кембро-силура, хлоритовыми, хлорито-серицитовыми сланцами, полимиктовыми песчаниками, диабазовыми и андезитовыми порфиритами и их туфами, туфобрекчиями силура — до известняков нижнего карбона.

Весь комплекс пород лежит в сложных складках, разорванных тектоническими нарушениями и интрузиями. Снивелированная поверхность древнего горного сооружения отражает собою длительную избирательную эрозию, вскрывшую глубокие корни гор. В окончательном формировании современной земной поверхности существенная роль принадлежит мезозойским и третичным глыбовым движениям и раннечетвертич-

ным подвижкам. В гидрогеологическом отношении наибольший интерес в районе представляют продольные уральские понижения. Непосредственно через г. Миасс проходит Миасское понижение, прослеживаемое далеко в пределы Южного Урала. От восточного подножья Ильменских гор через оз. Кундравы на юг к селению Никольское и далее через небольшой водораздел к совхозу Петропавловскому проходит широкое межгорное понижение, прославившееся своими плодородными черноземами.

В восточной, более выравненной части района можно проследить менее отчетливо выраженное Бишкильское понижение по меридиану ст. Бишкиль Южно-Уральской ж. д. Еще восточней намечается аналогичное понижение на меридиане поселков Тактубай, Уфимка, Погорелка и рч. Сухарыш.

Миасское понижение. Современная долина р. Миасса в ее верхнем течении проложена в мезозойском межгорном понижении, с запада ограниченном Уральским водораздельным хребтом, а с востока Ильменскими горами. В бортах долины на западе развит протерозойский гранито-гнейсовый комплекс, а на востоке щелочные сиениты и гнейсы. Непосредственно в долине обнажаются зеленые сланцы с прослоями кремнисто-углистых пород. В соседстве с зеленокаменными породами залегают узкие полосы известняков и пластообразные или линзообразные массивы серпентинитов. В контакте серпентинитов с известняками или сланцами часто наблюдаются мезозойские глыбовые разломы. Один из таких разломов проходит по контакту серпентинитов со сланцами на прииске «Лысая Гора» у пос. Ново-Тагилки.

По вертикальным трещинам растяжения в серпентинитах, а также вдоль их контакта с диоритами и сланцами прослеживаются дайки глубоко каолинизированных полевошпатовых пород, каолинизация которых связана с длительной и глубокой циркуляцией вод. В связи с этой же циркуляцией подземных вод по сложной системе трещин разлома в серпентинитах наблюдается золотое оруденение. В настоящее время эта трещинная зона характеризуется выходами на поверхность земли больших источников и значительным притоком вод в подземные горные выработки.

В гидрогеологическом отношении Миасское понижение изучено лучше других. Более пониженная тальвеговая часть его сложена зеленокаменным комплексом пород, круто падающим на восток. Этот комплекс пород за пределами зон разломов заключает в себе крайне ничтожные скопления подземных вод. На Мелентьевском руднике горные выработки большой протяженности, углубленные в толщу зеленых сланцев более чем на сто метров, имели приток воды до 24 *л/сек.* Основной приток воды сосредоточен до глубины 100 *м.* Характерно, что выработки глубже 250 *м* приходятся в абсолютно безводных породах. Локальные скопления воды среди зеленых сланцев в маломощных пропластках кремнистых сланцев отмечались геологами-разведчиками в висячем боку полиметаллических рудных залежей. Основные ресурсы подземных вод локализуются в узких полосах известняков и в тектонически нарушенных массивах серпентинитов, которые слагают борта долины. Обильные источники с устойчивым расходом воды около 25 *л/сек* выходят из известняков на левом берегу р. Миасса у пос. Найлы в 1 *км* на запад. Здесь же в коренном серпентинитовом склоне Миасской долины на приисках «Лысая Гора» и «Найлинском» приток воды в шахты, углубленные до 50 *м*, равен примерно 12 *л/сек.* Эксплуатация шахты на прииске «Лысая Гора» вблизи мезозойского глыбового разлома была остановлена ввиду быстро возросшего притока воды. Интересно то, что узкая полоса мраморов на юго-западном побережье оз. Тургояка, по разведочным данным треста «Главнеруд», оказалась слабо водоносной. Водоотдача скважин, углубленных до 100—150 *м* в пласты мрамора, по-

ставленные на голову, по данным опытных откачек, не превышала 2—3 *л/сек* при снижении динамического уровня на 15—20 *м*. Еще меньшая водоносность известняков наблюдается в пределах небольшой Соймоновской долины в Карабаше (Сугурский рудник).

На южном продолжении Миасской долины к Учалинским озерам Г. А. Ленных наблюдала в известняках по рч. Шартымке севернее с. Сафарово интенсивное развитие карстовых явлений. Вдоль полосы закарстованных известняков здесь намечается водоносная зона, которая может быть использована в целях водоснабжения. В зеленокаменном комплексе пород около Учалов О. А. Нестоянова отмечает наличие источников с дебитом 6—8 *л/сек*, выход которых приурочен к узким полосам кремнистых сланцев. Характерно, что в юго-восточной части описываемой долины, южнее с. Выдрино, в заболоченных понижениях развиты солончаки. В связи с этим грунтовые воды в коре выветривания зеленокаменных пород отличаются высокой минерализацией. Жесткость грунтовых вод вблизи солончаков достигает 56—60°.

Бишкильское понижение в орографическом отношении весьма слабо выражено в пределах почти-равнины восточной части Миасского района. В структурно-геологическом отношении это понижение прослеживается вдоль оси сложной синклинали между большими антиклинальными поднятиями Ильменского хребта на западе и Челябинского гранитного массива на востоке. По этому понижению в стратиграфическом несогласии с силуро-девонскими образованиями лежат нижнекаменноугольные известняки.

Узкая меридиональная полоса известняков свидетельствует о том, что здесь в нижнекаменноугольное время была депрессия. Вдоль этой депрессии в палеозое наметились тектонические разломы, по которым, как по ослабленным подвижным швам, повторялись глыбовые движения в мезозое и в третичное время. Вдоль Бишкильского понижения возникла целая серия мезозойских глыбовых разломов, по которым циркуляция подземных вод, в ряде случаев достаточно глубоких, вызвала интенсивное развитие карстовых явлений в известняках по контактам с серпентинитами. С мезозойской глубинной циркуляцией подземных вод, различных по своей природе, связаны такие процессы, как окремнение известняков на Архангельском месторождении маршалита. В известняках этого месторождения по глубоким разломам происходила циркуляция силикатных растворов, с которыми связано окремнение известняков и возникновение на мезозойской поверхности земли натечных кремнистых образований. Эти образования напоминают собой современные кремнистые отложения Иеллоустонского парка (США). Глубинную циркуляцию вод на Архангельском месторождении можно сопоставлять по времени с позднейшими проявлениями вулканизма в Челябинском грабене (триас-юра).

В Бишкильском понижении перед меридиональным серпентинитовым барьером, приподнятым в послемиоценовое время, сохранились палеогеновые и неогеновые осадки. Западнее пос. Калиновки и Челябинской зональной сельскохозяйственной станции перед этим же барьером образовались небольшие озера — Мидиак, Караспай, Кокуй и др. В это же время в Бишкильском понижении среди известняков активизировались карстовые явления, с которыми связаны многочисленные провальные воронки. Из закарстованных известняков и трещиноватых серпентинитов на южном берегу оз. Мидиака, в поселках Давлетбаево, Ключевском и дер. Ключах выходят обильные источники. Скважина в серпентинитах на молочно-товарной ферме Челябинской зональной сельскохозяйственной станции вскрыла обильные подземные воды. Водоотдача скважины при незначительном понижении динамического уровня достигает 10 *л/сек*. Глубина скважины 66 *м*; статический уровень воды находится на глубине 0,5 *м*. Минерализация вод в серпенти-

нитах карбонатная (сухого остатка до 0,7 *г/л*). Вблизи небольших понижений около упомянутой станции, а также у пос. Калиновки, где имеются палеогеновые и неогеновые отложения, подземные воды имеют повышенную минерализацию до 1,5 *г/л*. В колодцах пос. Калиновки вода в неогеновых песчано-глинистых отложениях на глубине 5—7 *м* имеет жесткость до 30°.

Бишкильское меридиональное понижение протягивается более чем на 80 *км*; в северной своей части оно пересекается р. Миассом, в средней — р. Бишкилем и в южной — р. Коелгой, которыми осуществляется дренирование подземных вод. Основные потоки подземных вод локализуются вдоль трещиноватых серпентинитов и закарстованных известняков. Подземные воды Бишкильского понижения с успехом могут быть использованы для водоснабжения.

Сухтелинское понижение следует вдоль контакта серпентинитов с известняками. По этому контакту характерны значительная трещиноватость и водоносность известняков и серпентинитов. Трещинными водами питаются многие источники, выходящие в наиболее пониженных частях долины, в поселках совхоза Петропавловского, отделения совхоза «Комсомольского» и др. Местное население широко использует подземные воды для водоснабжения. В контактовой зоне серпентинитов и известняков можно успешно каптировать подземные воды буровыми скважинами. Дебит отдельных скважин возможен до 10—15 *л/сек*.

Ирендык-Крыктинский район

По восточному склону древнего горного сооружения Урал-Тау проходит зона предгорий Крыкты-Ирендык. Ядро этой антиклинальной структуры сложено силуро-девонским эффузивным комплексом пород, крылья — девонскими флишеподобными осадками и подчиненными им эффузивами.

Схематический стратиграфо-литологический разрез зоны Крыкты-Ирендык, по Либровичу (1925), представляется в следующем виде.

1. Четвертичные суглинки, пески, галечники водоносные по долинам рек; мощность до 15 *м*.
2. Юрские пески, галечники (зирен-агачевская и хайбуллинская пролювиальные свиты), в южной части Таналыкской и Уртазымской депрессий с напорными подземными водами; мощность от 0 до 20—30 *м*.
3. Среднекаменноугольные известняки, известковистые глины и песчаники, слабо водоносные или безводные; общая мощность 700 *м*.
4. Нижнекаменноугольные известняки с локальным нахождением обильных трещинно-карстовых вод; мощность 1400—1800 *м*.
5. Верхнедевонские флишеподобные осадки — полимиктовые песчаники и сланцы, слабо водоносные (зилаирская толща — фаменский ярус); мощность 600 *м*.
6. Верхнедевонские кремнисто-глинистые и известковистые сланцы; туфогенные и граувакковые песчаники с подчиненными кремнистыми сланцами и яшмами; мукасовский горизонт яшм (колтубанская свита). Наблюдаются локальные скопления подземных вод в кремнистых сланцах; мощность 570 *м*.
7. Пироксеновые и диабазовые порфириты, их туфы и кварцевые альбитофиры; слабо водоносны только вблизи тектонических нарушений.
8. Туфы и вулканические брекчии порфиритов андезитовой и андезито-дацитовой формаций (улутауская свита, соответствующая эйфельскому и живетскому ярусам); комплекс пород слабо водоносен в коре выветривания, а также вблизи нарушений; мощность 1200—1500 *м*.
9. Кремнистые сланцы и яшмы (бугулыгырский горизонт D_1) с пластово-трещинными, иногда обильными водами; мощность до 75—100 *м*.
10. Диабазы и диабазовые порфириты, практически безводные; мощность 100—200 *м*.
11. Силуро-девонские пироксеновые порфириты, их лавобрекчии с прослоями кремнисто-туфогенных сланцев; мощность 600 *м* (ирендыкская свита); наблюдаются локальные подземные воды в продольных и поперечных долинах рек.
12. Протерозойский комплекс кремнисто-серицитовых, актинолитовых, хлоритовых, графито-слюдяно-кварцитовых, глаукофановых и гранато-амфиболовых пород (свиты Урал-Тау).

В результате избирательной эрозии, вскрывшей глубокие горизонты структуры, вдоль устойчивых эффузивных пород осевой зоны антиклинали образовались возвышенные гряды гор (абс. отм. 900—1100 *м*), а в крыльях антиклинали, сложенных породами более податливыми к денудации, продольные понижения (абс. отм. 400—500 *м*). Западнее хребта Крыкты-Ирендык проходит продольное понижение, отделяющее его от гребня Урал-Тау. Здесь берут свое начало р. Урал, рч. М. Кизил и рч. Б. Кизил; южнее проложена продольная долина р. Таналыка и параллельная ей более западная долина р. Сакмары.

У восточного подножья хр. Крыкты-Ирендык находится большое понижение, в котором находятся меридиональная цепь озер: Учалы, Богодак, Чебаркуль, Султанкуль, Култубан, а южнее — депрессия бассейна р. Уртазымки.

Крыкты-Ирендыкская структура располагает небольшими ресурсами подземных вод в продольных и частично поперечных долинах или депрессиях. Ограниченность водных ресурсов определяется ее геологическим строением, а также уменьшением атмосферных осадков от хр. Урал-Тау на юго-восток к засушливым степям Урало-Тобольского междуречья. Если на северо-западном склоне хр. Крыкты модуль общего стока 5 *л/сек* с 1 *км*^{2}, то на юге Уртазымской депрессии он не более 1 *л/сек*.

Подземные воды трещинного типа локализуются в узких полосах трещиноватых кремнистых сланцев, яшм, реже известняков, а также вдоль наиболее значительных разломов. Следует отметить, что эта сложная в тектоническом отношении зона за время от палеозоя до кайнозоя испытала значительные подвижки. Рядом с большими палеозойскими нарушениями в районе р. Большой Уртазымки наблюдаются триас-юрские грабены, заполненные континентальными угленосными отложениями (Яковлевское месторождение).

В мезозойское время, когда формировались основные черты рельефа, в данной зоне в связи с глыбовыми движениями возникает система водоносных трещин; наиболее значительные из них представляют собой щели, заполненные обломочным или песчаным материалом. Подобные щели и трещины с локальными подземными водами отмечаются в вулканогенном комплексе пород в бортах Юрского грабена на р. Б. Уртазымке (пос. Яковлевский).

Глубокие вертикальные щели, заполненные песком, обнаружены буровыми скважинами в порфиритах на западном склоне возвышенности Гайского месторождения. Эта зона характеризуется наличием относительно обильных меднокупоросных вод в порфиритах.

Трещины палеозойского и мезозойского времени в данной зоне обновлены позднейшими эпейрогеническими движениями. К. В. Никифоровой установлено, что в неогеновое время хр. Ирендык приподнят над Урало-Тобольским междуречьем примерно на 150 *м*, о чем свидетельствуют красноцветные отложения приподнятых долин на склонах хребта.

В связи с геоморфологическими особенностями Крыкты-Ирендыкской структуры наиболее существенное значение в ее водоносности имеют крупные продольные понижения.

Уразовское понижение, имеющее протяженность более 180 *км* и ширину от 2 до 5 *км*, расположено в зоне стратиграфически несогласного соприкосновения докембрийского хр. Урал-Тау и силуродевонского хр. Крыкты-Тау. В этой тектонически подвижной зоне среднедевонские породы по глубокому разлому прорезаны серпентинитовыми массивами. Ослабленная зона подвергалась глубокому продольному размыву. В визейское время в ее пределах отложились известняки, узкая прерывистая полоса которых, сохранившаяся от последующего

размыва, зажата среди более древнего осадочно-вулканогенного комплекса пород.

В пределах понижения наблюдаются многочисленные выходы подземных вод, которыми питаются рч. Краснохты, р. Урал, верхнее течение речек М. и Б. Кизила. В верховьях речек и ручьев часто наблюдается заболоченность, обусловленная выклиниванием подземных вод из щебнистых образований у подножья гор. Суммарный дебит подобных источников до 6 *л/сек*, а чаще 2—3 *л/сек*. Более водообильны источники, питающиеся водами тектонически нарушенных трещиноватых зон. Такие источники, имеющие дебит 29—31 *л/сек*, выходят в долине рч. Краснохты у пос. Корана из трещиноватых порфиритов. Подобные мощные ключи выходят на левобережье р. Урала у дер. Рысаево.

Заслуживает внимания водоносность кремнистых сланцев и яшм, подчиненных порфирито-туфовому комплексу пород. В этом отношении интересно Уразовское марганцево-рудное месторождение, находящееся на левом берегу р. Урала к востоку от дер. Уразово. Шахта, углубленная буровой скважиной до 50 *м*, вскрыла на глубине около 40 *м* трещинные воды в кремнистых сланцах. Эти воды используются для водоснабжения рудника; дебит скважины 10 *л/сек*.

В связи с тем, что понижение находится в зоне с значительным количеством атмосферных осадков (вблизи хр. Урал-Тау), в трещиноватых породах этой зоны можно каптировать для водоснабжения отдельных населенных пунктов доброкачественные воды с устойчивым расходом 10—30 *л/сек*.

Таналыкское понижение расположено на южном продолжении Уразовского, между хребтами Урал-Тау и Ирендык. Общая длина понижения — более 300 *км*. Его днище постепенно понижается на юг и южнее верховий рч. Базаулыка погребено под юрскими отложениями, мощностью более 200 *м*, что свидетельствует о подвижности и тектоническом погружении зоны в юрское время. По Вахрушеву, это погружение продолжалось в сравнительно поздние эпохи — в конце миоцена или в начале плиоцена.

Тектоническая подвижность данной зоны определила сложную морфологию коры выветривания. В долине р. Таналыка около скальных обнажений порфиритов наблюдается выветривание тех же пород в глубоких щелях. Такое выветривание характерно для жильного поля альбитофиров на участке от г. Баймака до сел. Байкара.

В пределах Таналыкского понижения имеются трещинные воды в порфирито-туфовом и альбитофировом комплексе пород. Эти воды каптируются колодцами для водоснабжения г. Баймака; некоторые из отмеченных колодцев вскрывают воду на глубине около 30 *м* и имеют водоотдачу до 1 *л/сек*. На Тубинском месторождении, в 40 *км* севернее г. Баймака, в тектонически нарушенной зоне приток воды в шахту из альбитофиров и туфобрекчий при глубине выработки 78 *м* не превышал 8 *л/сек*. В 12 *км* к югу от г. Баймака, на Семеновском прииске, среди кварцитов, альбитофиров и фельзитов приток воды в горные выработки на глубине 60 *м* был около 8 *л/сек*. Подобную степень водоносности пород можно наблюдать на рудниках Юлалы, Абисаз, Бакр-Тау и др., расположенных в пределах Таналыкского понижения.

Межгорное понижение (озера Карабалыкты, Сабакты, Банное), расположенное среди живописных восточных отрогов хребта Крыкты, отражает в своей морфологии мезозойскую и кайнозойскую глыбовую тектонику гор, отпрепарированных глубоким размывом. Характерно, что депрессия имеет простирание с северо-востока на юго-запад, а разделяющие ее междуозерные скальные гребни простираются с северо-запада на юго-восток. Разобщенные глубокие озерные котловины в пределах депрессии могли сформироваться в ре-

зультате глыбовых подвижек, завуалированных на поверхности земли позднейшей денудацией.

Ю. В. Разумовский и Н. В. Бобков по данным инженерно-геологических изысканий в озерной депрессии отмечают, что в порфиритах имеются большие глубокие тектонические трещины — щели, заполненные глиной. Образование этих погребенных щелей, повидимому, обусловлено растяжением земной коры при глыбовых движениях.

Дифференциальные подвижки привели к образованию водоносных трещин в кремнистых сланцах среди вулканогенного комплекса пород. Характерна водоносность кремнистых сланцев, зажатых среди порфиритов на Кусимовском марганцевом руднике. Шахты последнего расположены на юго-восточном побережье оз. Сабакты, примерно в 350 *м* от берега. Горные выработки углублены до горизонта с абс. отм. 410 *м* (примерно на 25 *м* ниже уровня озера). Длина дренирующего штрека 320 *м*. Устойчивый приток воды из трещиноватых кремнистых сланцев 12 *л/сек*.

Пластово-трещинные воды в кремнистых сланцах Крыкты-Ирендыкской структуры используются для водоснабжения многих населенных пунктов.

Восточно-Ирендыкское или Уртазымское понижение отчетливо выражено вдоль восточного подножья хр. Крыкты-Ирендык от оз. Богодака на севере до бассейна р. Уртазымки и южнее к слиянию р. Урала, р. Кумака и р. Ори. Общая протяженность депрессии более 350 *км*, ширина ее 10—15 *км*. Она совпадает в основном с полосой девонских вулканогенных и осадочно-метаморфических пород и частично захватывает каменноугольные отложения.

В соседстве с большим палеозойским разломом, по которому приведены в соприкосновение девонские преимущественно вулканогенные образования хр. Крыкты-Ирендык с каменноугольными карбонатными отложениями выравненных пространств бассейна р. Урала, наблюдаются глыбовые разломы и грабены юрского времени.

На р. Б. Уртазымке около пос. Яковлевского в пределах депрессии находится юрский грабен, заполненный угленосными отложениями, мощность которых достигает 100 *м*. Южнее, в районе г. Орска, мощность юрских отложений более 318 *м*, причем еще Г. Гельмерсеном (1841) в низах их установлены осадки юрской морской трансгрессии. Эта же подвижная зона в послетретичное время испытала дифференциальные движения, связанные с неравномерным поднятием Уральского хребта.

Судя по остаткам неогеновой гидрографической сети, хр. Крикты-Ирендык приподнят над Восточно-Уральской равниной, как установлено К. В. Никифоровой, примерно на 150 *м*. Все это определило трещинную неотектонику данной зоны растяжения земной коры и возможности нахождения подземных вод в ее пределах. Депрессию прорезают поперечные долины рек Урала, М. и Б. Кизила, Янгельки, Карагайлы, Худолаза и на юге продольная долина р. Уртазымки. Неглубокие долины рек в пойменных песчано-глинистых отложениях содержат небольшие ресурсы грунтовых вод, используемых для водоснабжения мелких хозяйств. Особый интерес по долинам рек имеют щебнистые образования в коре выветривания кремнистых яшмовидных сланцев. В долине р. Худолаза около рудника Сибай подобные образования, имеющие мощность по данным буровых скважин до 35—40 *м* и водоотдачу до 15 *л/сек*, могут представить интерес в смысле использования подрусловых вод для водоснабжения. Отмечается, что при откачке скважин наблюдалась необычайно пологая воронка депрессии вод, радиусом в несколько сот метров.

На Ниязгуловском марганцевом руднике, расположенном в долине небольшого правобережного притока р. М. Кизила, население использует для водоснабжения шахтный колодец, который вскрывает 8-метровый слой водоносных щебнистых образований у подножья возвышенно-

сти, сложенной кремнистыми сланцами. Колодец имеет устойчивую водоотдачу до 2 *л/сек.*

В тектонически подвижной зоне по восточному склону Крыкты-Ирендык пласты яшмовидных сланцев заключают в себе относительно обильные трещинные воды. Севернее г. Сибая у подножья хр. Ирендыка в дер. Давлетово из тектонически нарушенной полосы яшмовидных сланцев выходит источник, дебит которого в зависимости от количества выпадающих атмосферных осадков изменяется от 5 до 50 *л/сек.* Источник используется для водоснабжения и отличается безупречным качеством воды.

В пределах понижения, по простиранию яшмовидных сланцев, во многих пунктах устанавливается наличие подземных вод, о чем можно судить по мелким рудникам, которые разбросаны в полосе кремнистых яшмовидных пород.

Ниязгуловский родник находится в 4 *км* к западу от дер. Ниязгуловой. Воды локализуются в зоне марганцевых руд, залегающих среди сургучных яшм и брекчированных туфов порфиритов. При углубке шахты ниже уровня подземных вод всего на 1 *м* приток воды достиг 12 *л/сек.*

Биккуловский рудник находится на восточном склоне горы Баксакмас около оз. Северное Улянды. Подземные воды обнаружены вблизи большого палеозойского надвига, в ослабленной зоне которого трещины обновлены позднейшими тектоническими движениями, приведшими к поднятию хр. Ирендыка над восточно-уральским пенепленом. Буровые скважины, заложенные у подножья возвышенности, на глубине 38—44 *м* вскрыли фонтанирующие трещинные воды в кремнистых сланцах и туфах порфиритов. Самоизлив воды около 2,5 *л/сек.*

Аюсазовский рудник находится в 0,2 *км* на север от дер. Аюсазово. Подземные воды вскрыты шахтами на глубине 15—21 *м* в трещиноватых кремнистых сланцах и яшмовидных туффитах, которые падают на восток под углом 10—85°. Согласно данным разведочных работ, на глубине 60 *м* ожидается приток воды до 16 *л/сек.*

Илимбетовский рудник расположен южнее Аюсазовского в долине рч. Янгельки. Подземные воды локализуются вдоль марганцево-рудных залежей и яшмовидных туффитов и порфиритов, падающих на восток под углом 60—80°. Уровень подземных вод находится на глубине 8—9 *м.* При углубке шахты до 10 *м* приток воды был 9 *л/сек*; на глубине 45 *м* приток воды 20 *л/сек.*

Порфирито-туфовый комплекс пород в пределах Восточно-Ирендыкского понижения слабо водоносен или безводен. Приток воды трещинного типа из диабазовых порфиритов, кварцевых альбитофиров и лавовых брекчий и туфов на Учалинском, Бакр-Узякском и Сибаевском рудниках, при глубине выработок 200 *м,* не более 2—5 *л/сек.* В вулканогенном комплексе пород встречаются локальные скопления трещинных вод на участках, подвергшихся глыбовым тектоническим нарушениям. Выше уже отмечались локальные трещинные воды, связанные с порфиритами в бортах юрского грабена на р. Б. Уртазымке у пос. Яковлевского. Приток этих вод при слабо развитой водоотливной технике прошлого затруднял эксплуатацию имеющихся здесь небольших запасов бурых углей. Еще южнее локальные трещинные воды в порфиритах обнаружены на западном склоне горы Гай, где дебит одиночных буровых скважин равен 2—3 *л/сек*; эти воды отличаются значительным содержанием медного купороса.

Тектонически подвижные зоны Таналыкского и Уртазымского понижений в мезозойское время претерпели значительное прогибание. П. Л. Безруков и А. Л. Яншин отмечают, что вдоль западного склона Ирендыкской антиклинальной структуры в пределах Таналыкского понижения выявлен сложный ступенчатый сброс, секущий всю толщу ме-

зозойских отложений района вплоть до суглинков третичного возраста. Амплитуда смещения по сбросу между опущенным западным крылом и восточным приподнятым достигает 60—70 *м*. Интенсивные движения отмечались и на восточном склоне Ирендыкской антиклинали в пределах Уртазымского понижения. Прогибание этих зон в южных наиболее пониженных частях сопровождалось накоплением юрских континентальных осадков. Нижняя часть осадков (хайбуллинская свита) имеет пролювиальный характер и представлена крупными галечниками (размер отдельных галек до 20 *см*) и грубыми песками мощностью от 20—30 до 40 *м*. С севера на юг крупность галечникового материала уменьшается и пески частично сменяются глинистыми отложениями. Южнее слияния р. Базаулыка с р. Таналыком галечники сохраняются только в основании хайбулинской свиты, да и то не везде.

Скважины, пробуренные в хайбуллинской свите на Аккермановском железном руднике в 22 *км* на северо-запад от Орска, вскрыли напорные подземные воды в песчано-галечниковых отложениях. Водоотдача скважин изменяется от 0,5 до 8,0 *л/сек*; дебит скважины при самоизливе от 0,5 до 2,0 *л/сек*. Водоносные галечники заполняют собой отдельные рукава ископаемых долин в размытом палеозойском комплексе эффузивных зеленокаменных пород. Этим определяются небольшие размеры разобщенных бассейнов подземных вод на площади развития хайбуллинской свиты. Общая длина полосы юрских отложений в южной части Таналыкской депрессии примерно 110 *км*, а ширина до 15 *км*, однако ресурсы подземных вод в этой полосе позволяют обеспечивать водой только небольшие хозяйства. Еще менее существенны ресурсы подземных вод в юрских отложениях по Уртазымской депрессии. Глубокий, но небольшой по площади грабен, заполненный юрскими угленосными отложениями, около пос. Яковлевского содержит слабо напорные воды в мелкозернистых косослоистых песках и бурых углях, выше которых залегают огнеупорные глины третичного времени. Эти воды откачивались из шахт, эксплуатировавших в прошлом бурый уголь.

Интересна водоносность юрских отложений в понижении к медно-купоросному оз. Гай, на южном продолжении Уртазымской депрессии к г. Орску. В понижении на глубине 23 *м* под слюдистыми глинами в галечниковом 5-метровом слое скважины вскрывают напорные воды, содержащие в своем составе медный купорос. Минерализация вод обусловлена выщелачиванием медноколчеданных залежей, которые имеются в палеозойском зеленокаменном комплексе пород, залегающих под юрскими отложениями. Дебит минеральных вод по фонтанирующей скважине примерно 1 *л/сек*. Эти воды используются для лечебных целей (курорт «Гай» местного значения).

Кизильско-Сосновский район

Большое практическое значение имеют подземные воды в полосе нижне- и среднекаменноугольных известняков, которые слагают синклинальную структуру, протягивающуюся на 250 *км* по долине р. Урала от сел. Верхне-Кизильского до широты г. Орска.

Наибольшие ресурсы трещинных и трещинно-карстовых вод этой структуры приурочены к долинам рек, в формировании которых существенная роль принадлежит новейшим глыбовым подвижкам земной коры. Особенно характерна водообильность известняков в долине р. М. Кизила, где ресурсы вод достигают 500 *л/сек*. Однако многочисленные скважины, пробуренные в тех же известняках на равнинном междуречье около совхоза «Красная Башкирия», не могли удовлетворить небольшие потребности этого сельскохозяйственного предприятия в воде; более того, на выравненных водораздельных пространствах встречаются застойные минерализованные воды. Эти воды обнаружены скважинами

и в районе упомянутого выше совхоза. По району известен целый ряд бессточных минеральных озер.

Мало-Кизильский бассейн. Как уже отмечалось выше, обширная долина р. М. Кизила проложена по северной окраине полосы известняков и приурочена к участку новейшего глыбового опускания, о чем свидетельствует погребенный в долине древний аллювий, встречаемый также на более высоких отметках междуречных пространств. Опускание участка подтверждается также погребенными под аллювием большими пещерами в известняках, образование которых происходило на более высоком уровне активной циркуляции вод. Неравномерные глыбовые подвижки обновили и усилили в определенных участках трещиноватость известняков.

О водоносности известняков в долине р. М. Кизила можно судить по результатам бурения скважин на участке, где выходят мощные источники, имеющие дебит до 400 *л/сек*. Наибольший дебит одиночной скважины здесь равен 500 *л/сек*, при незначительном понижении динамического уровня.

В зависимости от закарстованности и трещиноватости пород водоотдача различных скважин колеблется от 500 *л/сек* до незначительной. В сложном лабиринте карстовых каналов, а также больших и малых трещин в известняках, под долиной М. Кизила движется единый поток подземных вод, питающийся за счет речных вод, профильтрованных через аллювий. Физико-химические свойства и режим этих вод отличаются значительной устойчивостью во времени; они принадлежат к водам хорошего качества артезианских бассейнов.

Янгельский, Больше-Кизильский и Худолазский бассейны. Янгельский бассейн трещинно-карстовых вод по широтной долине р. Янгельки, так же как и бассейны по рекам Б. Кизил, Худолаз и М. Кизил, расположены в одной и той же меридиональной полосе нижне- и среднекаменноугольных известняков. Однако рекогносцировочные наблюдения по этим рекам показывают, что первые три бассейна располагают более ограниченными ресурсами подземных вод по сравнению с Мало-Кизильским бассейном.

На р. Янгельке от хут. Пещерного вниз по течению реки до восточной границы известняков на протяжении более 3 *км* суммарный дебит источников из береговых утесов не превышает 30 *л/сек*. Две скважины, заложенные на обрывистом берегу упомянутой реки в 100 *м* от ее русла недалеко от хут. Маркина, по данным геолога П. Ф. Шорина, до глубины 85—97 *м* не встретили сколько-нибудь обильных подземных вод. Интересно, что поблизости от скважин на поверхности земли наблюдается большое развитие карстовых воронок. Буровые скважины встретили здесь пещеры и карстовые каналы на уровне р. Янгельки.

Более ограниченная водоносность известняков в долине Янгельки, чем в долине М. Кизила, объясняется иными историко-геоморфологическими и тектоническими условиями данного бассейна.

Многие исследователи, в том числе С. В. Альбов, отмечают более интенсивную трещиноватость, закарстованность и водоносность западной и восточной окраинных частей синклинальной структуры, сложенной известняками. Бурение в долине р. Худолаза, около рудника Сибай, в западном крыле синклинали вскрыло трещиноватые водоносные известняки, вблизи их тектонического контакта с колтубанской порфирито-туфосланцевой свитой. Одиночные скважины глубиной до 70—80 *м* имеют здесь водоотдачу до 20 *л/сек* при понижении динамического уровня на 10—15 *м*. Аналогичные результаты получены при бурении скважин на восточной окраине синклинали в долине р. Б. Кизила в с. Кизильском. Особого внимания заслуживает долина р. Урала, которая в значительной своей части проложена вдоль пологого восточного крыла синклинали, сложенной известняками.

Верхне-Сосновский бассейн. Верхне-Сосновский бассейн подземных вод расположен в меридиональной полосе нижне- и среднекаменноугольных известняков, по простиранию которых проложена древняя долина рч. Сосновки. Этот бассейн приобрел практический интерес в связи с освоением целинных земель и строительством сельскохозяйственных ферм, для которых потребовалось значительное количество воды. Первые, пробуренные конторой Водхоза до глубины 130 *м* буровые скважины были остановлены в безводных каолиновых отложениях. Дальнейшее гидрогеологическое бурение (работы Уральского геологического управления) по широтной линии, пересекающей долину рч. Сосновки, показало, что на глубине 25—30 *м* под песчано-глинистым аллювием залегают трещиноватые известняки, прорезанные глубокими ущельями, которые за-

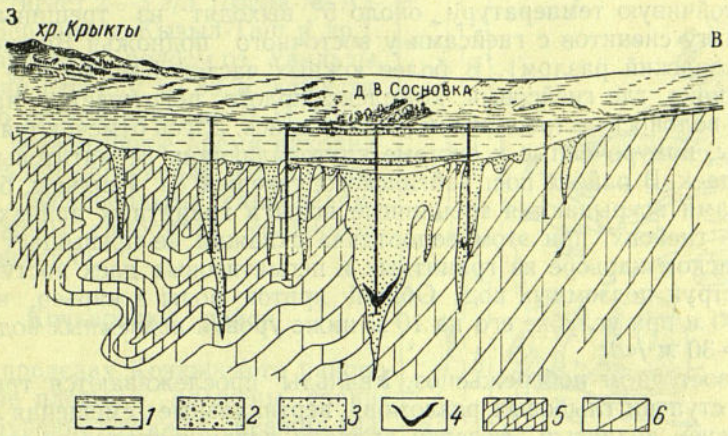


Рис. 13. Поперечный разрез Верхне-Сосновской долины

1—суглинки; *2*—пески; *3*—каолины („белики"); *4*—бурый железняк; *5*—известняки, известково-глинистые сланцы, песчаники уртазымской свиты; *6*—известняки кизильской свиты

полнены мезозойскими каолиновыми образованиями типа алапаевских «беликов» на восточном склоне Урала (рис. 13).

Погребенные ущелья мезозойского времени заполнены безводными отложениями, а трещиноватые известняки содержат подземные воды. Буровые скважины на западной и восточной окраинах сел. Верхней Сосновки, на глубине 30—35 *м*, в трещиноватых известняках вскрыли воду хорошего качества. Из каждой скважины глубиной 60—70 *м* при откачке можно получить 2—3 *л* воды в секунду. Сложная циркуляция подземных вод по трещиноватым известняковым блокам, разобщенным глубокими ущельями, выполненными водоупорными отложениями, а также засушливый климат ограничивают водные ресурсы бассейна. По гидрологическим данным, норма общего стока по долине равна примерно 1 *л/сек* с 1 *км*^{2}. Л. С. Либрович указывает, что в устье долины рч. Сосновки на р. Б. Уртазымке близ хут. Сосновки из трещиноватых известняков выходит на поверхность земли мощный поток трещинно-карстовых вод, получающих питание с большой площади водосбора.

Каслинско-Увильдинский район

У восточного подножья Вишневых и Ильменских гор расположены большие озера — Касли, Иртяш, Увильды и группа мелких озер. Живописные гребни гор, обрамляющие на западе этот озерный район, сложены нефелиновыми сиенитами и роговообманковыми сиенито-гнейсами. В северной части Вишневых гор сиенитовый массив имеет вертикальное или крутое погружение на запад, а в южной части Ильменских гор он полого погружается на восток. В соответствии с этим изменяются и условия

залегания гранито-гнейсового и сланцевого комплекса горных пород, которыми сложен озерный район. На берегах Каслинских озер гнейсовый комплекс пород имеет почти вертикальное залегание, а в районе оз. Увильды — пологое, восточное. Глыбовые движения, которые обусловили возникновение Каслинско-Увильдинской пониженной зоны и многочисленных озер в ее пределах, создали целый ряд разломов и раздробленных зон, по которым локализуются подземные воды. Особенно характерны водоносные трещины — щели в гнейсах северной части Каслинских озер, где образование щелей связано с горизонтальным растяжением залегающего вертикально комплекса пород. В заболоченном понижении южнее оз. Светленького в зимнее время, когда болото сковано льдом, можно наблюдать мощный выход подземных вод (около 25—30 *л/сек*). Эти воды, имея устойчивую температуру около 5°, выходят из трещины — щели по контакту сиенитов с гнейсами у восточного подножья Вишневых гор (Светлоозерский разлом). В более южных частях Каслинско-Увильдинского района, где гнейсовый комплекс полого погружается на восток, большие водоносные трещины не наблюдались. Здесь отмечаются трещинные воды, приуроченные к системе крутопадающих пегматитовых и гранитных даек. В районе пос. Тайгинского, севернее оз. Увильды, буровыми скважинами вскрываются трещинные воды в гранитных дайках, заключенных в гнейсах: при этом водоотдача скважин не превышает 2 *л/сек*. В Тайгинском карьере из гранитных и пегматитовых даек поступают основные струи подземных вод. Общий приток воды в карьер, имеющий длину 800 *м* при углубке его на 10 *м* ниже уровня подземных вод, составляет 25—30 *м*³/*час*.

На восточном побережье оз. Увильды прослеживаются три параллельные ступени глыбовых разломов, вертикальные смещения по которым поперек долины р. Зюзелки вызвали подпруживание этого озера и образование двух смежных с ним небольших озер Малого и Большого Ирдяшей. Разломы приурочены к наиболее ослабленным контактам метаморфических сланцев с серпентинитами. В самом западном разломе на берегу оз. Увильды в контакте серпентинитов с сланцами и гранитами выходят радоновые воды, характерные для подобных глыбовых разломов Увильдинского, Миасского и других районов. Аналогичные описанным глыбовые разломы отмечены севернее Вишневых гор в урочище «Семь Ключей». В этом урочище серпентиниты, узкие полосы кремнистых сланцев и амфиболитов, обрамляя северное окончание Вишневых гор, образуют широтные дуги, в которых по контактам неоднородных пород выходят многочисленные источники.

В восточной части Каслинско-Увильдинского района, где гранито-гнейсовый комплекс пород сменяется сланцевым, заслуживают внимания трещинные и трещинно-карстовые воды в мраморах. На побережье оз. Травяного в узкой полосе мраморов отмечен глубокий карст, заполненный однородными кварцевыми песками (Каслинское месторождение формовочных песков). Вдоль цепи карстовых воронок, погребенных в песке, могут быть вскрыты достаточно обильные подземные воды.

На восточном побережье оз. Иртяш, южнее г. Касли, узкие полосы мраморов, зажатые среди оттрелитовых и кремнистых сланцев, оказались слабо водоносными. Скважина, пробуренная на контакте сланцев с мраморами, вскрыла на глубине 37 *м* трещинные воды, уровень которых установился в 5 *м* от поверхности земли. Водоотдача скважины при откачке 1,8 *л/сек*, при понижении динамического уровня на 5,7 *м*. Здесь же при углубке карьера до 18 *м* наблюдался приток воды 72 *м*³/*час* (20 *л/сек*). В коре выветривания горных пород района, на пониженных участках почти всюду имеются небольшие ресурсы грунтовых вод. Многочисленные колодцы, углубленные на 3—5 *м* в горизонт грунтовых вод среди щебнистых и дресвяных образований коры выветривания, имеют водоотдачу до 0,2—0,3 *л/сек*. Подобные колодцы есть в с. Кузнецком и др.

Грунтовые воды в коре выветривания горных пород встречаются и на высоких склонах Вишневых и Ильменских гор. В летнее время здесь на поверхность выходят небольшие источники, исчезающие в засушливые периоды, а зимой вымерзающие.

В отдельных случаях грунтовые воды района характеризуются значительной минерализацией и мало пригодны для водоснабжения. Подобные воды наблюдаются в бессточных, мало дренируемых понижениях. В соседстве с большими пресными озерами имеются небольшие минеральные озера с соленой или щелочной водой, содержание солей в которой достигает 2—3 *г/л* (озера М. Аллаки, Берданиш, Кызыл-Таш и др.). Даже огромный водоем оз. Увильды, имеющий глубину до 38 *м*, как установлено исследованиями В. Н. Сукачева, в четвертичное время находился в стадии опреснения. На дне озера под пресноводными сапропелями обнаружены сапропели соленоводного бассейна.

Кочкарский район

В пределах Кочкарского района большие площади сложены гранитами. Бурение глубоких скважин (например, на территории Пластовской МТС близ пос. Демарино) показало что граниты практически безводны.

В результате изыскательских работ для водоснабжения г. Пласта было установлено, что достаточно обильные воды трещинного типа локализуются около гранитных массивов и приурочены к жильным образованиям. Скважины, пробуренные на правом берегу небольшой рч. Кабанки выше пос. Кочкарь при углубке на 40—50 *м* в жильные гранитоиды среди серпентинитового массива, имели водоотдачу 12—20 *л/сек* каждая. Суммарный дебит трех скважин при одновременной откачке около 60 *л/сек*.

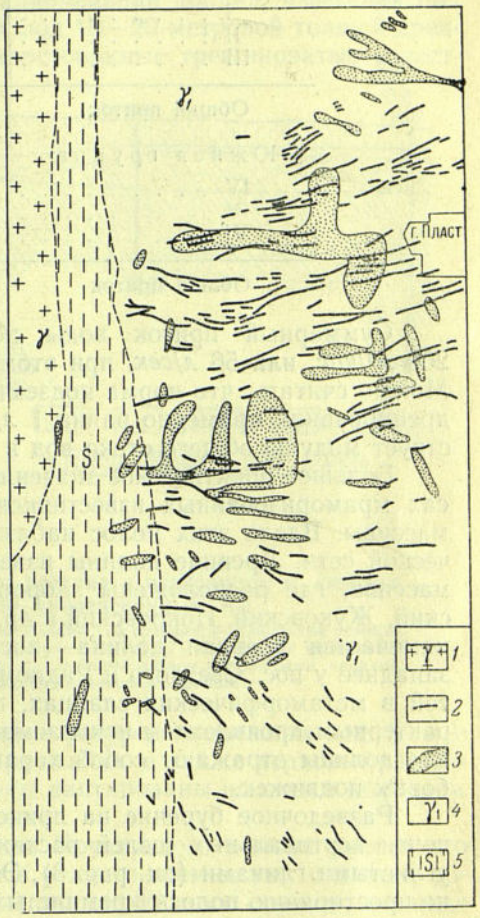


Рис. 14. Кочкарское жильное поле

1—граниты нормальные; 2—кварцевые жилы; 3—гранит-порфиры; 4—гранодиориты и плагиограниты; 5—слюдистые и роговообманковые сланцы

На равнинном восточном склоне Урала в пределах Кочкарского массива плагиогранитов и гранодиоритов располагается классическое дайковое жильное поле. Структура его хорошо отражена на карте, составленной И. В. Ленных (рис. 14). Среди плагиогранитов и гранодиоритов, обладающих хорошо выраженной широтной план-параллельной текстурой, развиты гранит-порфиры в виде узких дайкообразных тел преимущественно широтного простирания. Эти «дайковые» разломы сопровождаются более поздними разломами, по которым возникли кварцевые жилы, веерообразно расходящиеся от западного контура массива на северо-восток, восток и юго-восток. В жильном поле насчитывается около 1000 кварцевых жил. Раздробленные зоны этих жил являются основными путями циркуляции подземных вод. Длительная откачка воды из жильного поля глубоко сдренировала подземные воды;

приток воды за последние годы стабилизировался. В табл. 6 приводятся данные о притоках воды по пунктам водоотлива.

Таблица 6

Водоотливный пункт	Глубина дренирования *м*	Приток воды *м³/час*
Северная группа:		
I	256	60,0
II	287	30,0
III	140	11,0
Общий приток		101
Южная группа:		
IV	122	10,5
V	185	6,6
VI	155	85,0
Общий приток		102

Суммарный приток воды по всему жильному полю примерно 200 *м³/час,* или 56 *л/сек,* при этом дренируется площадь около 60 *км²*. Можно считать, что норма подземного стока вод в условиях длительного дренирования примерно равна 1 *л/сек* с 1 *км²*, что по величине соответствует модулю общего стока вод в Кочкарском районе.

Большое практическое значение могут иметь подземные воды в полосах мраморизованных известняков, которыми обрамляются гранитные массивы. Вдоль этих полос наблюдаются реликты древней гидрографической сети. Древние долины известны южнее Кочкарского гранитного массива, где расположены заброшенные прииски: Ольгинский, Юльевский, Жуковский, Покровский и др. Западнее Кочкарского массива также намечается древняя долина (пос. Котлик, Секретарка и южнее). Еще западнее у пос. Светлого и Радиомайки вдоль полосы известняков, зажатой в метаморфических сланцах, прослеживается древняя долина с характерным проявлением ископаемого карста. В целом ряде случаев древние долины отражают собой характерные проявления мезозойских глыбовых подвижек.

Разведочное бурение на прииске Покровском выявило целую сеть почти вертикальных щелей растяжения, заполненных верхнемеловыми углистыми глинами (см. рис. 3). Эти погребенные щели прослеживаются по простиранию полосы кремнистых сланцев и мраморов на несколько километров, имея протяженность по отдельным расселинам до 300 *м*, ширину от нескольких сантиметров до 20—30 *м* и глубину не менее 150 *м*. Большие межглыбовые трещины сопровождаются интенсивной древней закарстованностью.

По данным А. С. Сарженко, приток подземных вод (Покровский прииск) в шахту Северную при глубине 15 *м* был примерно 2 *л/сек*. Статический уровень вод вскрыт шахтой на глубине 7 *м*. В данной зоне при глубоком дренировании можно рассчитывать на ресурсы подземных вод до 10—12 *л/сек*.

Бурение на воду в мраморизованных известняках Юльевского прииска дало возможность при глубине скважин 80 *м* осуществить каптаж подземных вод с расходом 12 *л/сек*.

В гидрогеологическом отношении интересно меридиональное понижение, в котором находятся оз. Котлик и одноименная деревня. Образование котловины этого озера не может быть объяснено обычными эрозионными процессами. Глубокая впадина озера находится в туфопорфиритах и только его восточная береговая часть располагается на узкой полосе

вертикально залегающих известняков. Первоначальное глыбово-ступенчатое строение дна, выравненного позднейшей аккумуляцией осадков, свидетельствует о генетической связи озера с позднейшими глыбовыми движениями. Большие палеозойские разломы по Котликовскому понижению, обновленные мезозойскими глыбовыми движениями и подвижками раннечетвертичного времени, создали условия для локализации здесь трещинных вод. Южнее оз. Котлик, по простиранию понижения, на известковом заводе обильные подземные воды вскрыты буровой скважиной.

Не менее водоносна древняя меридиональная долина, известная под названием Светлинской. В ее пределах под 15—20-метровой толщей древнего аллювия (рис. 15) залегают закарстованные трещиноватые извест-

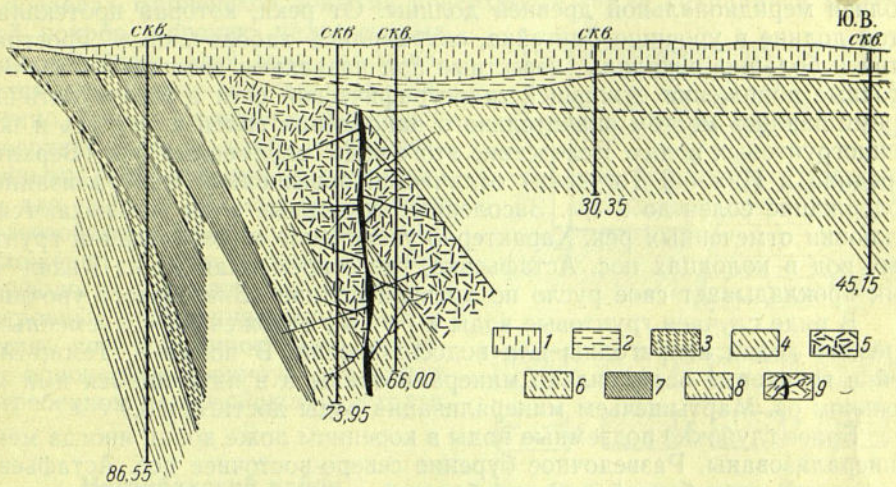


Рис. 15. Поперечный разрез глыбового разлома в порфиритах и сланцах в районе оз. Светлого (по Хмелевскому А. А.)

1—суглинок; *2*—глина пестроцветная; *3*—щебень кремнистых сланцев; *4*—слюдистые сланцы; *5*—порфиритовая туфобрекчия; *6*—хлорито-серицитовые сланцы; *7*—кремнистые каолинизированные породы; *8*—углисто-глинистые сланцы; *9*—глыбовый разлом с углистыми глинами в расселинах; вдоль разлома система водоносных трещин

няки, заключающие в себе существенные ресурсы подземных вод. Этими водами питаются источники в пос. Радиомайке, а также верховья рч. Санарки. На прииске Светлом эти же воды каптированы шахтным колодцем для водоснабжения населения.

В толще метаморфических сланцев Кочкарского района достаточно обильные подземные воды встречены в углисто-кремнистых сланцах, обнаженных в глубокой меридиональной долине Уйского совхоза, а также в более западной Никольской долине. В коренных берегах этой долины у колхоза им. Степана Разина из тонкоплитчатых углисто-кремнистых сланцев выходят обильные источники. На территории Уйского совхоза в углисто-кремнистых сланцах недалеко от выходов гранитов пробурена скважина, которая обеспечивает водой центральную усадьбу совхоза. Северо-западней совхоза из тех же сланцев выходит несколько источников.

Бурение на воду в Кочкарском районе рекомендуется производить в пределах жильных полей на периферии гранитных массивов, а также в пределах гранодиоритовых массивов. Заслуживают внимания для постановки бурения на воду узкие полосы мраморов и переслаивающиеся толщи неоднородных по составу пород (углисто-глинистые сланцы, филлиты, кремнистые сланцы и конгломераты).

Бурение следует производить до глубин 70—75 *м*. Уровень подземных вод в зависимости от рельефных условий находится на глубинах 8—15 *м*, а при откачке скважин будет снижаться до 30—50 *м*. Это понижение уровня желательно иметь в целях большей водоотдачи скважин.

Чесменский район

В гидрогеологическом отношении Чесменский район во многом повторяет Кочкарский. В центральной части описываемого района непосредственно на запад от селения Чесма расположен большой гранитный массив, который с востока и с запада обрамляется сложным комплексом метаморфических, осадочных и вулканогенных пород.

В северной части гранитного массива и несколько западнее его расположена долина небольшой речки Черной; южнее массива толща метаморфических пород прорезается неглубокими широтными долинами речек Верхний, Средний и Нижний Тогузаки. Верховья этих речек находятся вблизи меридиональной древней долины. От реки, которая протекала в этой долине в урочище Зингейка, сохранились заболоченные пространства и большие суходолы, известные под названием соленых логов. Бессточные понижения отжившей гидрографической сети в верхнетретичное время явились местом значительного накопления солей в грунтах и почвенногрунтовых водах. Вследствие этого вода современных рек (Верхний, Средний и Нижний Тогузаки) отличается повышенной минерализацией; содержание солей до 2 *г/л*. Засоленные грунтовые воды наблюдаются в аллювии отмеченных рек. Характерно увеличение минерализации грунтовых вод в колодцах пос. Астафьевка, где современная речка Кизил-Чилик прокладывает свое русло по древней долине Зингейского урочища.

В ряде случаев грунтовые воды в речных отложениях современных и древних долин непригодны для водоснабжения. В пойме р. Темир-Зингейка грунтовые воды сильно минерализованы и в питающемся ими маленьком оз. Мартышечьем минерализация воды достигает 3,9 *г/л*.

Более глубокие подземные воды в коренном ложе долин иногда менее минерализованы. Разведочное бурение северо-восточнее пос. Астафьевки в пределах погребенной каньонообразной древней долины, глубина которой достигает 100 *м*, показало, что в трещиноватых известняках и кремнистых сланцах имеются воды, пригодные для водоснабжения (см. рис. 9). Севернее пос. Астафьевского в Граневом логу среди известняков, покрытых древним аллювием, обнаружены слабо минерализованные воды, используемые для водоснабжения Красногорского рудника. Химический состав воды приведен в табл. 10. Интересно, что среди соленых грунтовых вод наблюдаются воды хлоридно-кальциевой минерализации, образовавшиеся в результате длительного метаморфизма соленых вод.

Вдоль древней долины Зингейского урочища, а также параллельно ей западнее и восточнее, имеются меридиональные зоны локализации трещинных вод. Вмещающими породами являются узкие полосы известняков, зеленые сланцы с прослоями трещиноватых кремнистых пород, небольшие массивы змеевиков и, наконец, порфириты и их туфы. Характерные подземные воды разведаны на территории центральной усадьбы совхоза им. Горького. Буровые скважины на территории совхоза обеспечивают его водой в количестве около 3 *л/сек*. Подземные воды приурочены к тектоническому разлому в порфиритах и метаморфических сланцах. На северном продолжении этого разлома, у западной окраины Чесменского гранитного массива, подземные воды обнаружены в бортах глубокой погребенной расселины по контакту серицитовых сланцев и мраморов на Черноборском прииске (рис. 16). Такая же локализация подземных вод наблюдалась на прииске «Бурное золото», расположенном на юг от пос. Сухтелинского. Водоносная зона имеет меридиональное простирание, она начинается на водораздельных холмах у карстовых озер Кара-Чурин и протягивается на север вдоль долины рч. Курасана.

Особый интерес вызывают водоносные зоны, которые прослеживаются восточней Чесменского гранитного массива параллельно тектоническому разлому, сосредоточившему в себе триас-юрские погребенные депрессии. Глыбовая нарушенность этой зоны создала очень сложные условия для

распространения трещинных вод. Наряду с безводными блоками горных пород здесь находятся обильные воды по трещинам разломов. Скважины, пробуренные в колхозах «Красный Герой» (пос. Ново-Еткуль) и им. Маленкова (пос. Ново-Украинский) в контактовой зоне известняков с гранитами и габбро-диоритами имеют водоотдачу до 8—9 *л/сек* при понижении уровня на 6—10 *м*. Скважина в колхозе им. Ленина (пос. Бородиновка) в известняках этой же зоны имеет водоотдачу 5,5 *л/сек* при снижении динамического уровня на 6—7 *м*.

Восточнее описанной зоны, как бы повторяя ее тектоническую структуру, прослеживается водоносная зона Варненского разлома. В пос. Варне пробуренные в известняках скважины имеют водоотдачу около 2 *л/сек*. В пределах Варненской зоны на поверхности земли сохранился небольшой покров морских палеогеновых осадков. Вдоль этой зоны располагается цепь горько-соленых озер (Тарутино, Горько-Соленое и др.), и вся поверхность земли изобилует просадочными углублениями, характерными для краевой области погружения палеозойского Урала под третичные отложения. В ряде случаев изучение морфологии просадочных явлений в покровных отложениях около оз. Тарутино позволяет проследить наиболее водоносные дренирующие зоны в погребенном палеозойском субстрате.

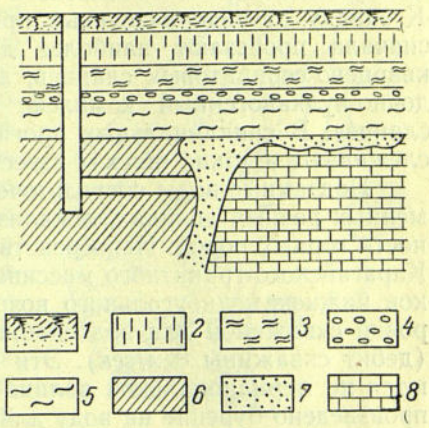


Рис. 16. Разрез по шахте бывшего Черноборского прииска. Шахтой вскрыта глыбовая щель растяжения по контакту сланцев и мраморов. Вдоль щели обильные трещинные воды

1—растительный слой; *2*—суглинок; *3*—глина; *4*—галечник; *5*—глина; *6*—сланцы; *7*—пески; *8*—мрамор

Нагайбакский район

Нагайбакский район занимает лесостепные пространства на северо-восток от г. Магнитогорска. Слабо всхолмленная поверхность района дренируется неглубокой долиной р. Гумбейки, левобережного притока р. Урала. В геологическом строении района принимают участие главным образом диабазовые порфириты, ортофиры и их туфы, среди которых около пос. Кассельского обнажается небольшой плагиогранитовый массив. Такой же массив расположен юго-восточней сел. Фершампенуаза.

В пределах района подземные воды локализуются вдоль сопряженной системы мезозойских глыбовых разломов, имеющих простирание меридиональное, по азимуту 50° и по азимуту 140°. Небольшие вертикальные подвижки по этим разломам вызвали образование озер Лебяжье, Чебачье, Пустое, Ача-Куль, Мартышечье, Башкирское и др. Вдоль разломов наблюдаются глубокие щели растяжения, заполненные верхнемеловыми осадками. По этим щелям прослеживается необычайно глубокое развитие коры выветривания, которая приобретает большую мощность на плагиогранитных массивах. Так, на Астафьевском месторождении выветривание плагиогранитов распространяется на глубину 100—150 *м*. Вдоль щелеобразных разломов в диабазах и ортофирах буровыми скважинами вскрыты подземные трещинные воды в совхозах Нагайбакском и Гумбейском, а также в пос. Фершампенуазе. В совхозе Гумбейском водоотдача скважины определена 8 *л/сек* при ее глубине 50 *м* и статическом уровне воды 2,5 *м*, в Нагайбакском совхозе, на Молочно-товарной ферме, скважина, глубиною 45 *м*, вскрыла статический уровень на 10 *м*. Водоотдача этой скважины около 1 *л/сек*.

В стороне от отмеченных разломов бурение скважин обычно безрезультатно. Подобные скважины имеются на ж.-д. ст. Буранной, ст. Субутаке, а также в совхозе Магнитном.

Агаповско-Кваркенский район

Агаповско-Кваркенский район занимает левобережье р. Урала. В его северной части проложена неглубокая долина рч. Гумбейки, несколько южнее — долины рек Зингейки, Караганки и Ильясски и на самом юге р. Суундука.

Эти реки берут свое начало в области Джабык-Карагайского и Аландского гранитных массивов, которые занимают наиболее возвышенные участки Урало-Тобольского междуречья (абс. высоты 420—450 *м*). К западу от водораздельных пространств, сложенных гранитами, речки сначала прорезают наиболее древние толщи кварцево-хлоритовых и кварцево-серицитовых сланцев, а затем и залегающий на сланцах осадочно-вулканогенный комплекс порфиритов, их туфов и кремнистых сланцев. В синклинальных прогибах отмеченного комплекса пород прослеживаются узкие полосы известняков.

Подземные воды сосредоточены главным образом в древних и современных речных долинах, локализуясь вдоль зон тектонической нарушенности горных пород. Непосредственно на юго-западной окраине Джабык-Карагайского гранитного массива в узкой (0,5—1,0 *км*) полосе известняков нижнекаменноугольного возраста трещинные воды каптированы буровой скважиной для водоснабжения Еленинского каолинового рудника (дебит скважины 8 *л/сек*). Эти же водоносные известняки прослеживаются по меридиональной долине на юг к с. Полоцк, где также успешно произведено бурение на воду для колхоза «Красный Казах».

Характерная водоносная зона выявлена буровыми работами на территории центральной усадьбы совхоза «Победа». Она простирается с севера на юг вдоль небольших серпентинитовых массивов, отличающихся исключительной трещиноватостью. Скважина упомянутого выше совхоза имеет водоотдачу 9 *л/сек* при понижении динамического уровня не более 2 *м*.

Аналогичная зона намечается у пос. Браиловского, где серпентиниты залегают в контакте с известняками. В долине р. Зингейки на пересечении данной зоны наблюдаются выходы подземных вод. Эта зона прослеживается с перерывами в Кваркенском районе Чкаловской области, где на контакте серпентинитов с известняками известен значительно обводненный Айдырлинский рудник.

Юго-западней пос. Браиловского у подножья кварцево-конгломератовой гряды в девонских известняках обнаружены остатки глубокой древней долины, в пределах которой имеются мезозойские бокситы. Обширная долина заполнена песчано-глинистыми отложениями, содержащими солоноватые грунтовые воды. Мощность этих отложений 30—80 *м*. Около ОТФ Моховое совхоза «Победа» в долине наблюдаются многочисленные карстовые озера. Вода в этих озерах имеет повышенную минерализацию, а буровые скважины, углубленные в более глубоко залегающие известняки, вскрыли доброкачественную воду. Водоотдача одиночных скважин в пределах описанной долины 2—3 *л/сек* при понижении динамического уровня от 5 до 20—25 *м* и глубине скважин до 75 *м*.

Описанная долина с характерными карстовыми провалами и небольшими озерами прослеживается на юго-юго-запад к пос. Обручевке и представляет значительный интерес для использования подземных вод в целях сельскохозяйственного водоснабжения.

В своеобразных геолого-тектонических условиях обнаружена водоносная зона на меридиане поселков Обручевки и Ждановского по долине рек Ильясски и Большой Караганки. Полого залегающий эффузивный

покров в пределах отмеченной зоны шириною около 1 *км* как бы прерывается, и в неглубокой долине обнажаются сильно дислоцированные угленосные отложения каменноугольного возраста. Дислоцированная угленосная толща отличается значительной водоносностью. Известно, что шахты около поселков Обручевки и Михайловского, заложенные для добычи каменного угля, были заброшены в связи с большим притоком воды в горные выработки (Либрович, 1927). Подземные воды данной зоны могут быть использованы для водоснабжения ближайших населенных пунктов.

Большая водоносность наблюдается по долине р. Урала южнее пос. Агаповки, где под мощным покровом речных отложений залегают трещиноватые закарстованные известняки. Подземные воды известняков местами поднимаются в русло р. Урала, как это наблюдается вблизи с. Воздвиженского («Холодный затон»). Каптаж этих вод буровыми скважинами может обеспечить водоснабжение крупных населенных пунктов.

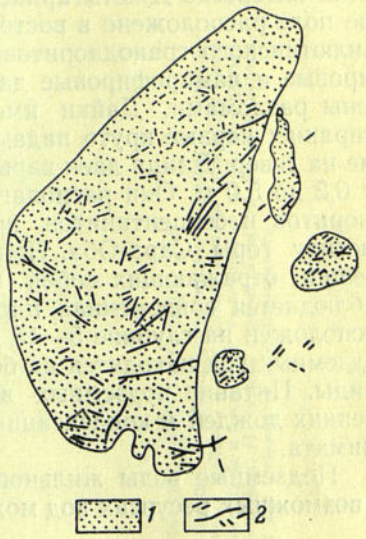


Рис. 17. Айдырлинское жильное поле
1—гранодиориты; *2*—кварцевые жилы

В южной части района имеется водоносное Айдырлинское жильное поле. В северной части поля кварцевые жилы залегают в гранитах, а в южной — в гранодиоритах (рис. 17). Наиболее распространена система жил с простиранием СВ—ЮЗ и менее — система жил с простиранием СЗ—ЮВ. Жилы отличаются значительной протяженностью (600—900 *м*), прямолинейностью, неравномерной мощностью и четковидным строением. Менее всего распространены широтные кварцевые жилы с многочисленными апофизами. Жильное поле содержит трещинные воды, которые когда-то дренировались двумя шахтами. Шахта им. 20-летия Октября имела выработки по широтной жиле, а шахта «Ломаная» — по жиле, имеющей простирание ССВ—ЮЗ. Притоки подземных вод до отработки шахт, к моменту их закрытия приведены в табл. 7.

Таблица 7

Шахта	Глубина водоотливной шахты *м*	Величина дрен. выработок *м*	Приток воды *м³/час*
Ломаная	130	около 820	39—40
им. 20-летия Октября	190	420	30

В связи с прекращением горных работ в жильном поле его подземные воды могут быть использованы для хозяйственно-питьевого водоснабжения путем откачки старых шахт.

Джетыгаринский район

Джетыгаринский район расположен на юго-восток от ст. Бреды Южно-Уральской железной дороги и охватывает собой наиболее засушливые степные пространства Южного Урала.

Небольшое количество атмосферных осадков (среднегодовое 160 *мм*) и большое испарение определяют средний годовой сток по верхнему

течению р. Тобола в количестве 0,3 *л/сек* с 1 *км*². В пределах ковыльной степи отмечается характерная гидрогеологическая особенность этого района — понижение уровня подземных вод от речных долин к междуречным пространствам. Это отчетливо наблюдается в разрезе горы Сара-Оба, расположенной в 75 *км* на юго-восток от г. Джетыгара (рис. 18). В геологическом отношении район представлен сложной системой антиклинальных и синклинальных структур. В антиклинальных ядрах выступают гранитные массивы (на западе Мариновский и на востоке Джетыгаринский); синклинальные прогибы сложены метаморфическими сланцами силуро-девона, среди которых зажаты известняки девона и карбона.

В районе широко развиты жильные образования гранитоидов. Наиболее интересно Джетыгаринское жильное поле. Это дайковое или жильное поле расположено в восточной приконтактовой зоне так называемого Милютинского гранодиоритового массива с серпентинитами. Гранитпорфировые и лампрофировые дайки прорваны кварцевыми жилами и нарушены разломами. Дайки имеют меридиональное и юго-восточное простирание; первые круто падают на запад, а вторые имеют пологое падение на север. Длина даек варьирует от 50 до 450 *м*; мощность изменяется от 0,2 до 5,0 м. Они располагаются главным образом в пределах гранодиоритов и серпентинитов, прослеживаясь далеко на юг к гранитному массиву горы Сара-Оба. Поле даек и жил разбито сложной системой трещин, отражающих собой несколько фаз тектогенеза. По трещинам наблюдается современная циркуляция подземных вод, уровень которых расположен на глубине 5—15 *м* от земной поверхности, при этом зеркало подземных вод находится на более низких отметках, чем уровень р. Шуртанды. Питание подземных вод происходит главным образом за счет осенних дождей и конденсации влаги в условиях резко континентального климата.

Подземные воды жильного поля используются для водоснабжения. О возможных ресурсах вод можно судить по их притоку в шахты (табл. 8).

Таблица 8

Водоотливная шахта	Глубина шахты *м*	Длина дренирующей выработки *м*	Приток воды *м*³/*час*
Шахта № 6	210—213	6000	64—69
Советская	32	135	1,5
Вспомогательная . . .	14	50	23

Южнее Джетыгары на левобережье р. Тобола имеется небольшое жильное поле Аккаргинское. Приток воды по этому жильному полю при глубине дренирования одной шахтой 70 *м* равен примерно 8 *м*³/*час*.

В пределах жильного поля на западном склоне горы Сара-Оба успешно проведено бурение на воду для водоснабжения поселка геологов-разведчиков. Водоотдача скважины, имеющей глубину 75 *м* и уровень подземных вод на глубине 9 *м*, равна примерно 3 *л/сек*.

Наряду с жильными полями гранитоидов, для поисков подземных вод заслуживают внимания метаморфические толщи, среди которых имеются переслаивающиеся неоднородные по литологическому составу породы. В этом отношении интересно южное обрамление Мариновского гранодиоритового массива (рис. 19), где среди биотитовых плагиогнейсов заключены тонкие пласты кварцитов и графитистых песчаников. Последние параллельно огибают массив гранодиоритов; пласты их имеют почти вертикальное залегание и благодаря неоднородности с окружающими породами отличаются трещиноватостью и водоносностью.

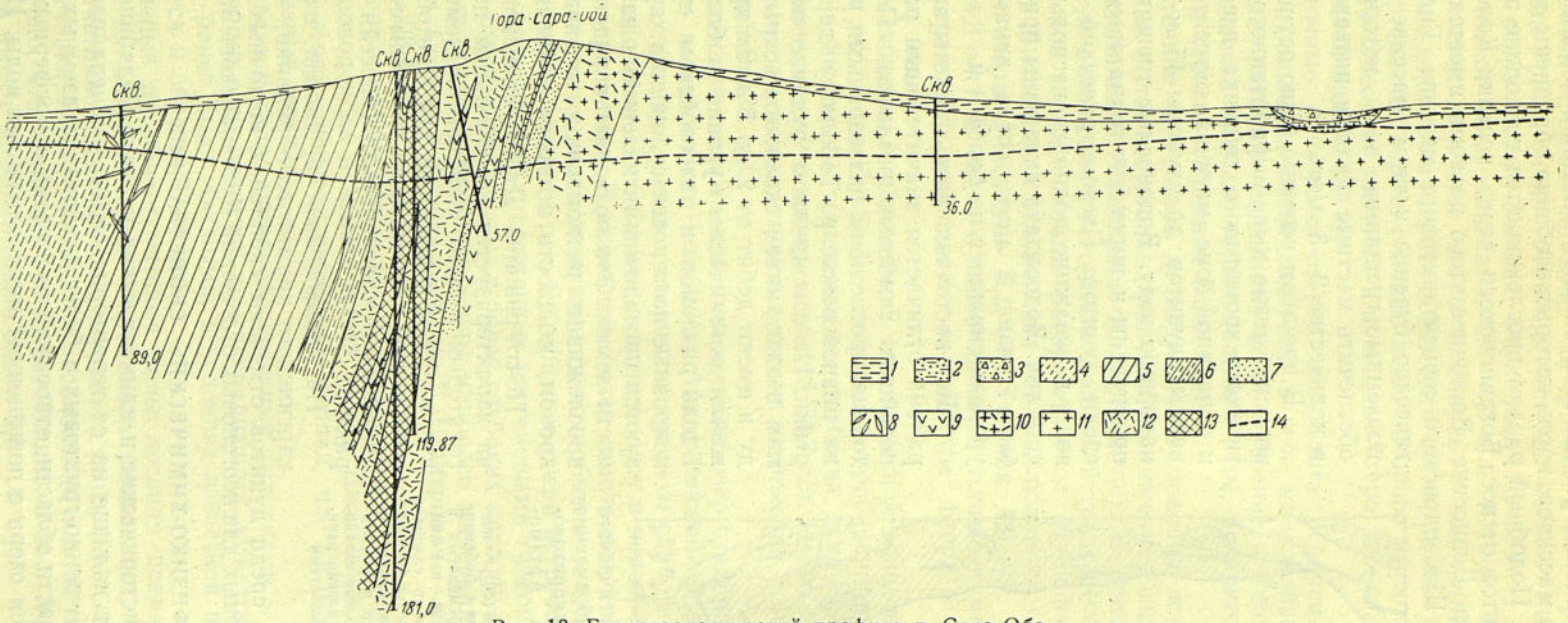


Рис. 18. Гидрогеологический профиль г. Сара-Оба

1—суглинки; *2*—аллювий песчаный; *3*—глинистые сланцы; *4*—кварцево-серицитовые сланцы; *5*—глинисто-кремнистые сланцы, пронизанные гранит-порфировыми дайками и кварцевыми жилами (водоносный комплекс пород); *6*—эпидото-кремнистые сланцы; *7*—кварциты и песчаники; *8*—кварцевые жилы; *9*—порфириты; *10*—гранит-порфир; *11*—гранит биотитовый; *12*—скарны; *13*—скарны с магнетитом; *14*—уровень подземных вод. Уровень подземных вод понижается к возвышенности

В Джетыгаринском районе заслуживают внимания подземные воды серпентинитовых массивов, вдоль которых особенно обводнены зоны глыбовых разломов. Подобный разлом прослеживается по долине р. Тобола вдоль серпентинитов от пос. Богдановского через поселки Коломенский и Алимбай к дер. Денисовке. Восточнее этого разлома имеется система разломов вдоль Шебендовского серпентинитового массива. Гидрогеологическое бурение в этом массиве вскрыло подземные трещинные воды, которые могут обеспечить местные поселки питьевой водой в количестве 2—3 *л/сек.*

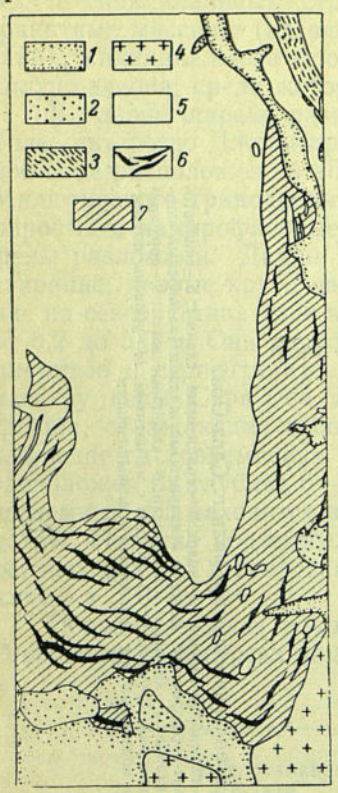


Рис. 19. Схема геологического строения южного обрамления Мариновского гранодиоритового массива (по В. А. Артамоновой)

1—делювиальные суглинки (Q_1); *2*—песчано-глинистые отложения с бобовником лимонита (N) *3*—кремнистые и углисто-кремнистые сланцы, песчаники с прослоями филлитовых сланцев (D_1s_1Sq); *4* - плагиограниты (γ); *5*—кварцевые и роговообманково-кварцевые диориты (δ_1); *6*—кварциты и графитистые кварциты; *7*—биотитовые плагиогнейсы, инъицированные плагиогранитами, гранитами, пегматитами

В прошлом успешно было осуществлено водоснабжение ныне выработанного Аккаргинского хромитового рудника, где бурение в окраинной зоне массива серпентинизированных дунитов до глубины 45 *м* вскрыло напорную воду. Водоносные трещины были приурочены к пироксено-гранатовым жилам среди дунитов. Пьезометрический уровень воды в скважине поднялся несколько выше ее устья. Водоотдача скважины при откачке была равна 2 *л/сек*, когда динамический уровень снижался не более 9 *м.*

Вся восточная часть Джетыгаринского района отличается значительным развитием новейших глыбовых разломов. Последние хорошо прослежены разведочными работами на правобережье р. Тобола у дер. Козыревки. На одноименном руднике по разломам в известняках скважины вскрывают воду и имеют дебит от 2 до 5 *л/сек* при понижении динамического уровня не более 15 *м.* Вдоль разломов в палеозойском субстрате покровные неогеновые отложения характеризуются просадочными явлениями на поверхности земли. Это позволяет в ряде случаев прослеживать разломы под третичным покровом, мощность которого невелика.

Почти-равнина Джетыгаринского района характеризуется засолонением почвенно-грунтовых и более глубоких подземных вод, что особенно характерно для Притобольских понижений, заполненных третичными и верхнемеловыми отложениями (бассейн рч. Кайракты).

На правобережье р. Тобола, около Аккаргинского хромитового рудника, в пониженных участках среди дунитов отмечены скопления щелочных подземных вод, характерных для неогеновых отложений Кустанайского Зауралья.

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ВОД

Естественно-исторические и климатические условия Челябинской области определяют наличие на ее территории сильно минерализованных поверхностных, почвенно-грунтовых и более глубоких подземных вод.

В западной части области, относительно богатой атмосферными осадками, уже имеются озера с повышенной минерализацией воды. Изучение донных сапропелевых отложений в озерах (Сукачев) показывает, что они находятся в состоянии постепенного опреснения. У подножья Ильменских

гор и хребтов Ирендык-Крыкты, на границе с почти-равниной восточного склона Урала, можно отметить цепь значительно минерализованных озер. Это озера Малые Аллаки, Берданаш, Кундравы, щелочные воды которых имеют минерализацию 0,8—1,3 *г/л*. Южнее в этой же зоне имеется соляно-щелочное озеро Чебакуль с минерализацией вод до 3,3 *г/л*. Еще южнее, на широте г. Магнитогорска, расположено небольшое озеро Мартышечье, горько-соленые воды которого имеют минерализацию более 2 *г/л*. Здесь же имеются и щелочные озера, как оз. Колтубан, с минерализацией вод до 2,3 *г/л*.

Бессточные котловины озер в результате испарения воды и длительного накопления солей содержат в себе минерализованные грунтовые и более глубокие подземные воды. Бурение в известняках вблизи оз. Мартышечье вскрыло горько-соленые воды, не пригодные для водоснабжения (совхоз «Красная Башкирия»).

Бессточные или слабо дренируемые понижения встречаются также в восточных более засушливых районах (понижение Теченское, Бишкильское, Сухтелинское, Челябинско-Айдырлинское). В пределах Теченского района, где отложения палеоценовой морской трансгрессии на размытых палеозойских породах Урала распространены отдельными пятнами до подножий Вишневых и Ильменских гор, наблюдаются сильно минерализованные озера (Чебакуль 5,1 *г/л*, Тугуняк 4,9 *г/л*, Косарги 4,5 *г/л*, Урефты 4,3 *г/л*). В связи с палеогеновыми отложениями для Теченского района характерно повышенное содержание фтора в поверхностных и подземных водах.

В Челябинско-Айдырлинской тектонической зоне, восточнее селения Варны, в дер. Ново-Покровке, скважина, пробуренная в пределах бессточного понижения в трещиноватых диабазах, вскрыла на глубине 90—120 *м* соленую воду с минерализацией 64,7 *г/л*. Озера Горькое, Соленое, Сара-Камыс, расположенные в этом же понижении, имеют воду с минерализацией 8—28 *г/л*.

Химический состав воды минеральных озер становится более разнообразным к востоку от Челябинско-Айдырлинской зоны. Здесь встречаются щелочные, сульфатные, хлоридные озера от слабо минерализованных до самосадочных. Пресные озера встречаются в непосредственном соседстве с минеральными. В размещении озер замечается, что щелочные озера располагаются на участках активного водообмена по склонам к большим депрессиям или долинам рек. Сульфатные озера встречаются на водораздельных пространствах, сложенных неогеновыми гипсоносными глинами. Соленые озера расположены в более глубоких котловинах среди морских третичных осадков Зауралья. Воды наиболее минерализованных озер — Горького, Соленого Кулата, Аккуля, В. Шантропая — имеют содержание солей до 98,4 *г/л*.

Интересны сульфатные озера, отличающиеся интенсивным накоплением сероводорода в зимнее время (озера Джетыкуль, Челкар). Интенсивность этого процесса настолько велика, что на озерах происходят своеобразные взрывы.

В связи с гидро-метеорологическими условиями и изменением водного режима озер меняется их минерализация. Известны соленые озера, которые ранее были пресными; в условиях известной периодичности наблюдается и обратный процесс.

Соленые почвенно-грунтовые воды древних понижений оказывают влияние на минерализацию современных речных вод. Это явление особенно отчетливо наблюдается в верховьях речек Увельки, Кабанки, Верхнего Тогузака, Кизил-Чилика, где засолонение вод достигает 1,0—2,5 *г/л*. Характерно, что в долине рч. Кизил-Чилика в пос. Астафьевском воды колодцев имеют минерализацию около 2,5 *г/л*.

Подземные воды, циркулирующие в палеозойском комплексе пород, обогащаются солями из покровных отложений неогена и палеогена. Под-

земные воды в серпентинитах Верблюжьегорского рудника (г. Карталы) отличаются значительным содержанием сульфатов. Содержание сульфатов еще более значительно в водах Кочкарского плагиогранитного массива. Как известно, сульфаты несвойственны водам серпентинитовых и гранитных массивов; присутствие их в данном случае может быть объяснено выщелачиванием гипсоносных отложений неогена, которые встречаются в виде маломощных пятен на поверхности гранитов. На выравненной поверхности Джабык-Карагайского гранитного массива можно наблюдать многочисленные очаги солончаков непосредственно на скальных обнажениях или в элювиальных дресвяных образованиях. Под солончаками встречаются соленые воды по трещинам в гранитах. Вблизи солончаков отмечается засолонение каронатных вод, свойственных палеозойскому комплексу пород. В сланцах угленосной толщи под с. Полтавкой буровыми скважинами вскрыты соленые воды с общей минерализацией 3,6 *г/л*. Мы уже отмечали, что в бессточных тектонических понижениях, независимо от литологии палеозойских пород, встречаются соленые воды и в этом отношении наиболее показательна глубокая (табл. 10, № 27) скважина в трещиноватых диабазах у с. Ново-Покровки.

Менее всего минерализованы подземные воды горных районов в западной части области. Трещинные воды у подножия Ильменских гор имеют ничтожную карбонатную жесткость 5—7°. Слабо минерализованные подземные воды находятся в пределах хребтов Ирендык и Крыкты, а также и восточней в понижениях Уразовском и Уртазымском.

В зеленокаменном комплексе пород, от пос. Учалы на севере до пос. Гай на юге, в связи с медноколчеданным оруденением прослеживаются ареалы сильно минерализованных сульфатных вод. Особенно значительный ареал таких вод известен в зоне мезозойских глыбовых разломов в порфиритах у пос. Гай, где они выходят на поверхность, образуя небольшое озеро, используемое для лечебных целей местным курортом.

Заслуживают внимания сульфатные подземные воды Кочкарского жильного поля, в пределах которого обогащение вод сульфатами обусловлено окислением сульфидов кварцевых жил.

Слабо минерализованными водами предгорий Урал-Тау питаются трещинно-карстовые воды по долинам рек М. Кизила, Янгельки, Б. Кизила, Худолаза и др. Эти воды, обладая карбонатной минерализацией не более 0,5 *г/л*, с успехом используются для водоснабжения. Восточнее, в пределах Урало-Тобольского междуречья, по мере уменьшения атмосферных осадков в условиях засушливой степи, происходит замещение карбонатно-кальциевых вод карбонатно-натриевыми. Содовые воды встречаются в серпентинитовом массиве Аккарги в верховье р. Тобола; эти же воды находятся в неогеновых песках Кустанайского Зауралья и с помощью неглубоких колодцев или буровых скважин широко используются для водоснабжения.

Изучение минерализации поверхностных и подземных вод показывает, что основные очаги засолонения вод располагаются в понижениях вдоль Миасско-Уртазымской и Челябинско-Айдырлинской зон, а также в верховьях р. Тобол. Пространственное положение очагов соленых вод представлено на рис. 20.

ВЫВОДЫ

В сложных условиях нахождения подземных вод на территории Челябинской области бурение скважин для водоснабжения совхозов, колхозов, рабочих поселков и городов показывает, что в целом ряде районов можно успешно использовать грунтовые воды аллювиальных отложений речных долин и более глубокие трещинные и трещинно-карстовые воды.

Грунтовые воды в аллювии речных долин более обильны по бассейну р. Урала, где имеется опыт их использования в Магнитогорском и Орском

районах. Неглубокие колодцы по долинам рек бассейна р. Урала имеют водоотдачу, обеспечивающую водоснабжение сельскохозяйственных ферм, поселков и даже городов. Небольшие ресурсы грунтовых вод имеются в

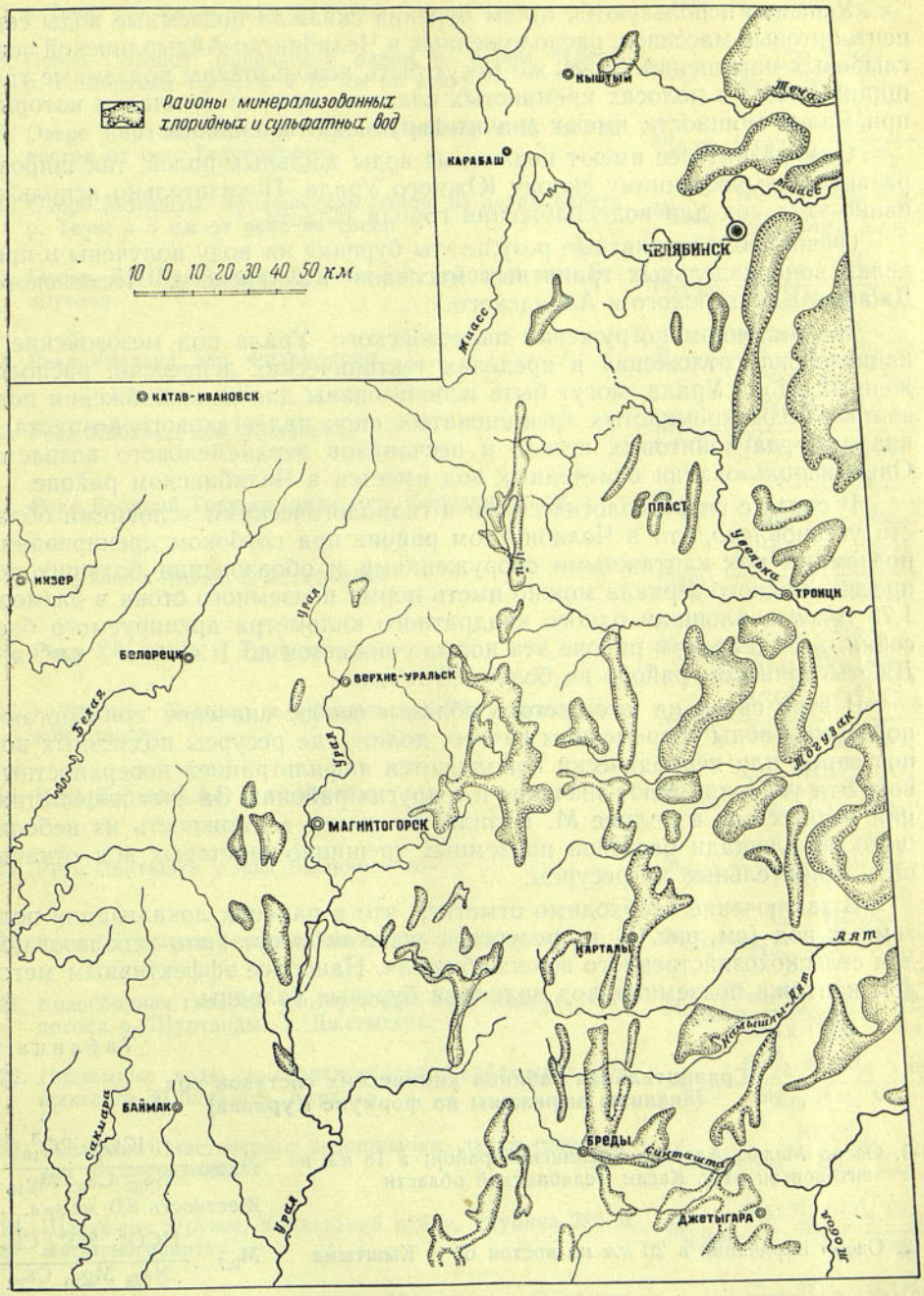


Рис. 20. Карта грунтовых вод повышенной минерализации Челябинской области

аллювии речных долин и по бассейну р. Тобола. Они успешно используются для водоснабжения г. Троицка, г. Джетыгара и других населенных пунктов.

В Кизильско-Сосновском районе особый интерес могут иметь трещинно-карстовые воды, и в этом отношении особенно показателен бассейн

Мало-Кизильский, водные ресурсы которого определяются в размере, примерно, 500 *л/сек*. Менее водообильны бассейны Янгельский, Б. Кизильский, Худолазский, В. Сосновский; сюда же следует отнести Сухарышевский бассейн.

Успешно используются путем бурения скважин подземные воды серпентинитовых массивов, расположенных в Челябинско-Айдырлинской зоне глыбовых нарушений. Здесь же могут быть использованы подземные трещинные воды в полосах кремнистых сланцев, мраморов, пласты которых при малой мощности имеют значительную протяженность.

Особый интерес имеют подземные воды жильных полей, так широко развитых по восточному склону Южного Урала. Показательно использование этих вод для водоснабжения города Пласта.

Очень неблагоприятные результаты бурения на воду получены в пределах водораздельных гранитных массивов Качкарского, Чесменского, Джабык-Карагайского и Аландского.

На восточном погружении палеозойского Урала под мезозойские и кайнозойские отложения в пределах тектонических депрессий, расположенных вдоль Урала, могут быть использованы для водоснабжения подземные воды кремнистых трещиноватых опок палеогенового возраста и кварцево-глауконитовых песков и песчаников верхнемелового возраста. Опыт использования отмеченных вод имеется в Челябинском районе.

В связи с гидрогеологическими и гидрологическими условиями области установлено, что в Челябинском районе при глубоком дренировании подземных вод каптажными сооружениями и образовании больших депрессий водного зеркала можно иметь норму подземного стока в размере 1,75 *л/сек* с площади одного квадратного километра дренируемого бассейна; в Кочкарском районе эта норма снижается до 1 *л/сек* с 1 *км*², а в Джетыгаринском районе не более 0,3 *л/сек*.

В этой связи на юго-востоке области особое значение приобретают подземные воды современных речных долин, где ресурсы подземных вод постоянно или периодически пополняются инфильтрацией поверхностных вод. Эти условия имеют значение и в других районах. За счет инфильтрации речных вод в долине М. Кизила мы имеем возможность из небольшого по площади бассейна подземных трещинно-карстовых вод откачивать значительные их ресурсы.

В заключение необходимо отметить, что в районах локализации подземных вод (см. рис. 1) их ресурсы с успехом могут быть использованы для сельскохозяйственного водоснабжения. Наиболее эффективным методом каптажа подземных вод являются буровые колодцы.

Таблица 9

Сравнительная таблица химических составов вод (анализы выражены по формуле Курлова)

1. Озеро Малые Аллаки; Каслинский район; в 18 *км* на юго-восток от г. Касли Челябинской области	$M_{1,260}\ \frac{HCO_{82}^{3}\ CO_{18}^{3}}{Na_{53}\ Ca_{30}\ Mg_{15}}$ Жесткость 8,0 *мг-экв.*
2. Озеро Берданиш; в 20 *км* на восток от г. Кыштыма	$M_{0,7}\ \frac{HCO_{54}^{3}\ SO_{24}^{4}\ Cl_{18}}{Na_{48}\ Mg_{30}\ Ca_{22}}$
3. Озеро Кундравы; Миасский район, г. Кундравы	$M_{0,827}\ \frac{HCO_{86}^{3}\ SO_{7}^{4}\ Cl_{7}}{Na_{70}\ Ca_{22}\ Mg_{8}}$
4. Озеро Малый Бугодак; Верхне-Уральский район	$M_{3,121}\ \frac{HCO_{87}^{3}\ Cl_{10}\ SO_{3}^{4}}{Na_{68}\ Mg_{25}\ Ca_{7}}$
5. Озеро Чебакуль; Магнитогорский район	$M_{5,140}\ \frac{Cl_{79}\ HCO_{12}^{3}\ SO_{9}^{4}}{Na_{40}\ Mg_{30}\ Ca_{30}}$

6. Озеро Чеба-Куль: Кунашакский район; на левом берегу р. Течи, в 9 *км* от реки на север — $M_{3,040}\frac{Cl_{60}\ HCO^3_{30}\ SO^4_{10}}{Na_{40}\ Mg_{30}\ Ca_{30}}$

7. Озеро Тугуняк; Кунашакский район; на правом берегу р. Течи; в 5 *км* от реки на север — $M_{4,991}\frac{Cl_{75}\ HCO^3_{30}\ SO^4_{20}}{Na_{60}\ Mg_{30}\ Ca_{20}}$

8. Озеро Соленое; Варненский район на левом берегу р. Б. Верхний Тогузак, в 10 *км* на север — $M_{21,7}\frac{Cl_{70}\ SO^4_{18}}{Mg_{50}\ Na_{30}\ Ca_{20}}$

9. Озеро Кара-Камыс; Бускульский район; в 12 *км* на восток от пос. Тарутинского — $M_{59,300}\frac{Cl_{90}\ SO^4_{10}}{Na_{60}\ Mg_{25}\ Ca_{15}}$

10. Озеро Могишты; Кунашакский район; на левом берегу р. Течи; в 5 *км* от реки на север — $M_{3,650}\frac{HCO^3_{50}\ SO^4_{30}\ Cl_{20}}{Na_{60}\ Mg_{20}\ Ca_{20}}$

11. Озеро Б. Шантропай; Еткульский район у пос. Белоусово — $M_{18,220}\frac{Cl_{80}\ SO^4_{20}}{Na_{70}\ Mg_{20}\ Ca_{10}}$

12. Река Увелька; дер. Филимоново — $M_{1,070}\frac{HCO^3_{88}\ CO^3_{10}\ Cl_2}{Ca_{58}\ Mg_{23}\ Na_{19}}$

13. Река Кабанка; дер. Поляновка — $M_{1,106}\frac{HCO^3_{69}\ Cl_{31}}{Na_{70}\ Mg_{18}\ Cl_{12}}$

14. Река Верхний Тогузак, ниже дер. Бородиновское — $M_{1,244}\frac{HCO^3_{86}\ Cl_{14}}{Na_{80}\ Ca_{15}\ Mg_{95}}$

15. Река Кизил-Чилик, с. Астафьевка — $M_{2,011}\frac{HCO^3_{31}\ Cl_{30}\ SO^4_{29}}{Ca_{74}\ Mg_{26}}$

16. Река Уй, около г. Троицка — $M_{0,441}\frac{HCO^3_{100}}{Na_{42}\ Mg_{26}\ Ca_{24}}$

17. г. Троицк. Колодец в аллювии, р. Уй у водонасосной станции — $M_{0,537}\frac{HCO^3_{60}\ SO^4_{30}\ Cl_{10}}{Na_{45}\ Ca_{40}\ Mg_{15}}$

18. Река Карталы-Аят у г. Карталы — $M_{0,400}\frac{Cl_{56}\ HCO^3_{40}\ SO^4_4}{Na_{62}\ Ca_{18}\ Mg_{20}}$

19. Река Синташта у пос. Рымнинского — $M_{0,505}\frac{Cl_{58}\ HCO^3_{40}}{Na_{83}\ Ca_7}$

20. Река Шуртанды около г. Джетыгара (плес реки) — $M_{1,000}\frac{Cl_{64}\ HCO^3_{22}}{Na_{52}\ Mg_{22}\ Ca_{20}}$

21. Водосборная галерея, каптирующая воду подруслового потока р. Шуртанды, г. Джетыгара — $M_{1,681}\frac{Cl_{46,4}\ HCO^3_{32,2}\ SO^4_{21,4}}{Mg_{44,2}\ Na_{29}\ Ca_{26,8}}$

22. Подземные воды из серпентинитов Верблюжьих гор, шахта № 30 близ пос. Карталы — $M_{0,471}\frac{SO^4_{50}\ HCO^3_{40}\ Cl_{10}}{Mg_{70}\ Na_{20}\ Ca_{10}}$

23. Скважина Пластовского водопровода, дайки гранитоидов в серпентинитах — $M_{1,862}\frac{HCO^3_{100}}{Na_{74}\ Mg_{20}\ Ca_6}$

24. Шахта им. Фрунзе, Кочкарский район, глубина 286 *м*, в плагиогранитах — $M_{0,929}\frac{HCO^3_{60}\ SO^4_{25}\ Cl_{15}}{Ca_{40}\ Mg_{40}\ Na_{20}}$

25. Скважина на воду, глубина 90 *м*; пос. Полтавка, углисто-кремнистые сланцы — $M_{3,600}\frac{Cl_{60}\ SO^4_{30}\ HCO^3_{10}}{Ca_{65}\ Mg_{35}}$

26. Колодцы общественного пользования на правом берегу р. Карталы-Аят, пос. Полтавка — $M_{0,995}\frac{HCO^3_{70}\ Cl_{30}}{Ca_{40}\ Na_{40}\ Mg_{40}}$

27. Скважина на воду пройдена в диабазах, глубина 120 *м*, Варненский район, пос. Ново-Покровка — $M_{64,728}\frac{Cl_{80}\ SO^4_{15}\ HCO^3_5}{Na_{60}\ Ca_{30}\ Mg_{10}}$

28. Источник Ильменские горы, Миасская долина, в 8 *км* от г. Миасса на север — $M_{0,254}\ \frac{HCO^3_{50}\ Cl_{50}}{Ca_{60}\ Mg_{40}}$

29. Источник на северо-восточном берегу оз. Увильды — $M_{0,230}\ \frac{HCO^3_{52}\ Cl_{30}\ SO^4_{18}}{Ca_{69}\ Mg_{31}}$

30. Источник из серпентинитов на левом берегу реки Миасса, пос. Тургояк, Миасская долина — $M_{0,313}\ \frac{HCO^3_{100}}{Na_{60}\ Ca_{37}\ Mg_3}$

31. Скважина на левом берегу р. Миасса в гранитах; с. Долгодеревенское в Сосновском районе — $M_{0,846}\ \frac{HCO^3_{50}\ SO^4_{40}\ Cl_{10}}{Na_{50}\ Ca_{45}\ Mg_5}$

32. Источник на левом берегу р. Миасса в гранитах; с. Долгодеревенское; Сосновский район — $M_{0,723}\ \frac{SO^4_{64}\ HCO^3_{34}}{Na_{37}\ Mg_{32}\ Ca_{31}}$

33. Скважина на воду; восточный берег оз. Светлого; совхоз Горького; Чесменский район, Челябинской области — $M_{0,500}\ \frac{HCO^3_{61}\ Cl_{28}\ SO^4_{11}}{Ca_{40}\ Mg_{36}\ Na_{24}}$

34. Источник из известняков; южное продолжение Миасско-Учалинской долины; Учалы; Башкирская АССР — $M_{0,250}\ \frac{HCO^3_{87}}{Ca_{59}\ Mg_{41}}$

35. Вода из шахты на северо-восточном берегу оз. Банного (в 50 *км* на северо-запад от г. Магнитогорска); Кусимовский рудник; Башкирская АССР — $M_{0,246}\ \frac{HCO^3_{68}\ SO^4_{22}\ Cl_{10}}{Ca_{65}\ Mg_{23}\ Na_{17}}$

36. Меднокупоросные воды из разведочной скважины, курорт Гай; Башкирская АССР — $M_{3,700}\ \frac{SO^4_{81,2}\ Cl_{18,7}}{Na_{47,5}\ Ca_{19}\ Mg_{1\ 8}}$

37. Шахта „Елизаветинская" 110-й горизонт; с. Ново-Троицкое; Кочкарский район, Челябинской области — $M_{0.890}\ \frac{HCO^3_{58}\ Cl_{40}\ SO^4_2}{Ca_{52}\ Mg_{48}}$

38. Шахты для водоснабжения поселка; с. Ново-Троицкое в Кочкарском районе, Челябинской области — $M_{0,166}\ \frac{HCO^3_{91}\ SO^4_5\ Cl_4}{Ca_{57}\ Mg_{30}\ Na_{13}}$

39. Источник в долине р. Сухарыш, дер. Долговка; Еткульский район — $M_{1,236}\ \frac{HCO^3_{80}\ SO^4_{15}\ Cl_5}{Ca_{65}\ Mg_{30}\ Na_5}$

40. Река Худолаз, в 28 *км* на запад от пос. Кизильского; река течет в закарстованных известняках — $M_{0,441}\ \frac{HCO^3_{59}\ Cl_{30}\ SO^4_{11}}{Ca_{45}\ Na_{28}\ Mg_{27}}$

41. г. Челябинск, скважина в гранитах; северо-западная окраина, дер. Каштак — $M_{0,471}\ \frac{HCO^3_{60}\ SO^4_{40}}{Mg_{55}\ Ca_{45}}$

42. Скважина на юго-западной окраине пос. Планового; г. Челябинск — $M_{0,447}\ \frac{HCO^3_{94}\ Cl_6}{Ca_{42}\ Mg_{32}\ Na_2}$

43. Скважина в 1 *км* от ж. д. ст. Щагол (в 18 *км* на запад от г. Челябинска); в плагиогранитах — $M_{0,284}\ \frac{SO^4_{57}\ Cl_{40}HCO^3_3}{Ca_{43}\ Mg_{35}\ Na_{22}}$

44. Колодец общественного пользования; левый берег р. Кабанки; метаморфические сланцы, пос. Кочкарь — $M_{0,668}\ \frac{HCO^3_{77}\ Cl_{23}}{Na_{60}\ Ca_{20}\ Mg_{20}}$

45. Шахта „Ломаная", Айдырлянский рудник — $M_{0,448}\ \frac{HCO^3_{72}\ SO^4_{15}}{Ca_{40}\ Na_{32}\ Mg_{27}}$

46. Шахта эксплуатационная; 82 горизонталь, пос. Джетыгора — $M_{0,650}\ \frac{Cl_{40}\ HCO^3_{30}\ SO^4_{30}}{Mg_{40}\ Ca_{40}\ Na_{20}}$

47. Скважина на воду в известняках; Козыревский рудник — $M_{1,280}\ \frac{Cl_{47}\ SO^4_{47}\ HCO^3_6}{Na_{57}\ Ca_{23}\ Mg_{20}}$

48. Скважина на воду в третичных отложениях; с. Коркинское; Челябинская область — $M_{0,513}\ \frac{HCO^3_{42}\ SO^4_{20}\ Cl_{18}}{Mg_{52}\ Ca_{28}\ Na_{20}}$

49. Скважина на воду в третичных отложениях; Еманжелинское; Челябинская область — $M_{1,195}\ \frac{Cl_{50}\ HCO^3_{32}\ SO^4_{18}}{Mg_{44}\ Na_{30}\ Ca_{26}}$

ЛИТЕРАТУРА

Безруков П. Л. и Яншин А. П. Юрские отложения и месторождения бокситов на Южном Урале. Тр. НИИГиМ, вып. 7, 1934.

Кузин П. С. Режим рек южных районов Западной Сибири, Северного и Центрального Казахстана. Гидрометеоиздат, 1953.

Ленных И. В. Геоморфология и кайнозойские отложения бассейна р. Уя на Южном Урале. Мат. по геоморфологии Урала. Госгеолиздат, 1948.

Либрович Л. С. Геологические исследования на восточном склоне Южного Урала в 1925 г. Изв. геол. ком., № 2, 1927.

Мамаев Н. Ф., Есипов П. М. Новые данные по стратиграфии и тектонике Полтаво-Брединского угленосного района. Изв. АН СССР, сер. геол., 1, 1940.

Никифорова К. В. Континентальные мезозойские и кайнозойские отложения восточного склона Южного Урала. Тр. ИГН АН СССР, вып. 45, 1948.

Сукачев В. Н. и Поплавская Г. И. Очерк истории озер и растительности Среднего Урала в течение голоцена по данным изучения сапропелевых отложений. Бюлл. по изуч. четверт. пер. № 8, изд. АН СССР.

К. А. КОСТИНА

ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ТОБОЛО-ИШИМСКОГО МЕЖДУРЕЧЬЯ

(Восточные части Тюменской и Курганской областей)

В 1954 г. Гидрогеологическая экспедиция Уральского геологического управления проводила обследование сельскохозяйственных районов Тюменской и Курганской областей с целью выяснения ресурсов подземных вод для водоснабжения колхозов, совхозов и МТС. Работы производились на площади между реками Тоболом и Ишимом, ограниченной железнодорожными магистралями Тюмень—Омск с севера и Курган—Омск с юга.

Обширные степные пространства в этих районах с хорошими почвами и большими массивами залежных и целинных земель создают идеальные условия для развития сельского хозяйства, но недостаток воды для питьевых и хозяйственных целей служит препятствием и тормозит развитие хозяйства.

В процессе обследования экспедицией проводилось мелкое картировочное бурение для получения данных о строении и литологическом составе четвертичных и верхнетретичных отложений и пройдены две глубокие скважины для выяснения водоносности нижнетретичных пород.

Настоящая статья имеет целью познакомить читателя с результатами обработки материалов исследований Гидрогеологической экспедиции Уральского геологического управления, материалов буровых работ контор Водстроя и треста «Тюменьнефтегеология».

Геологическое строение Ишимской степи изучено недостаточно хорошо, особенно в отношении расчленения четвертичных и верхнетретичных толщ. До 1954 г. в этих толщах пробурено большое количество скважин на воду межрайонными конторами Водстроя, но по сохранившимся описаниям отдельных скважин нельзя получить представление о пройденных ими породах.

В прилегающих к Ишимской степи районах, в разное время, но главным образом за период с 1948 г. по настоящее время, был выполнен большой объем геофизических работ с целью изучения стратиграфии и литологии пород на глубине, в основном — глубинной тектоники Западно-Сибирской низменности.

Одновременно с геофизической разведкой трестом «Тюменьнефтегеология» пробурено значительное количество скважин глубиной от 400 до 2000 *м* в Тюменском, Заводоуковском, Ярковском, Викуловском и других районах. Отдельные скважины вскрыли всю толщу мезозоя и вошли в породы доюрского фундамента.

Результаты геологических исследований за период с 1930 по 1954 г. обобщены в статьях И. П. Герасимова, Н. П. Туаева, Н. А. Кудрявцева и Г. Е. Рябухина, Д. Л. Степанова, Н. Н. Ростовцева, Т. И.Осыко, А. В. Хабакова.

Изучение подземных вод на описываемой территории для целей водоснабжения началось около 60 лет назад в связи с заселением края и постройкой Сибирской железной дороги и продолжается до настоящего времени. Результаты гидрогеологического изучения за это время обобщены И. И. Жилинским, М. И. Кучиным, М. С. Гуревичем.

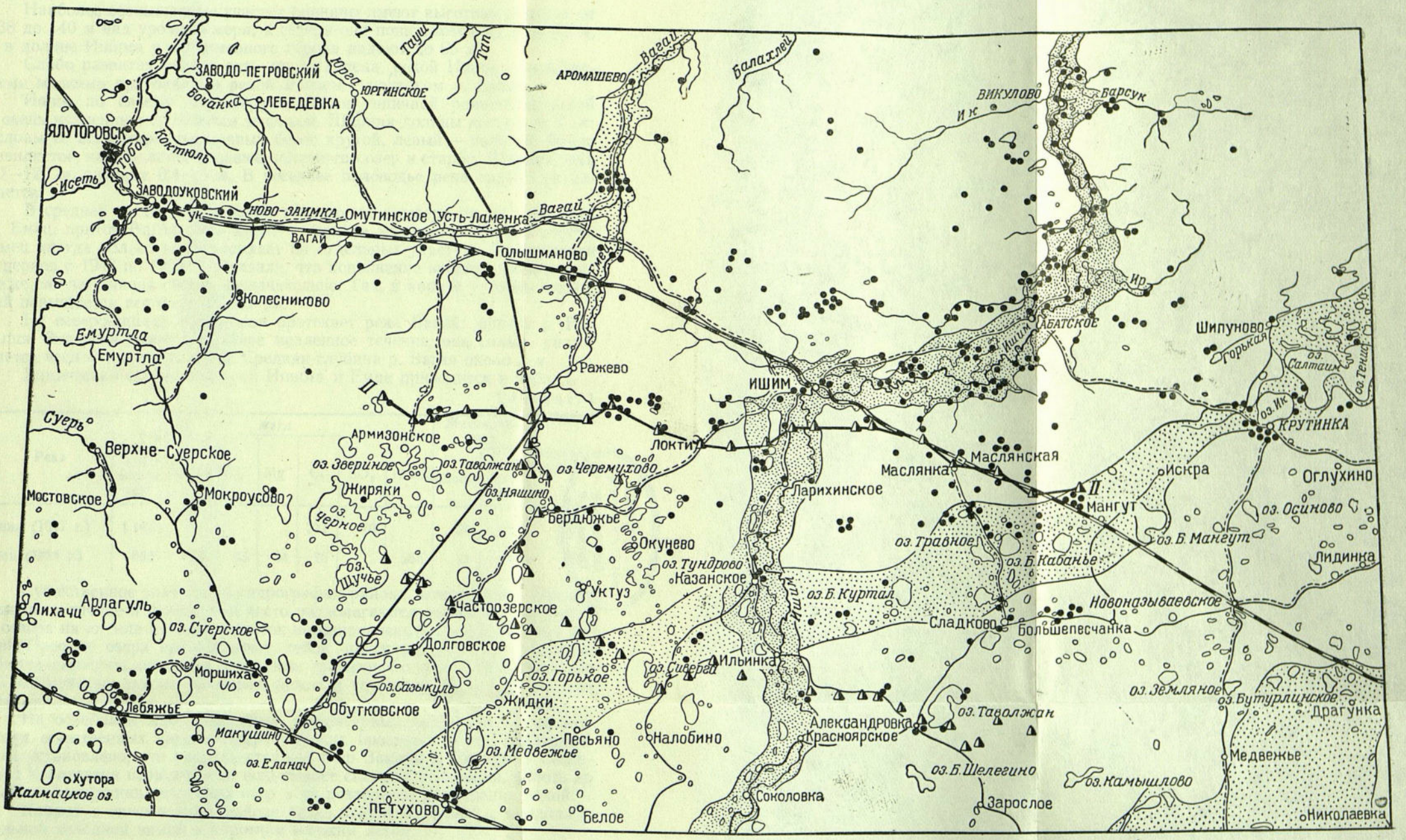


Рис. 1. Схематическая геологическая карта района водораздела рек Тобола и Ишима

1—древнечетвертичные аллювиальные отложения; *2*—современные четвертичные аллювиальные отложения; *3*—нерасчлененные древнечетвертичные и плиоценовые отложения; *4*—скважины, пробуренные до 1954 г. с целью поисков воды; *5*—картировочные скважины, пробуренные после 1954 г.

Зак. 1018

Библиотека
Географического
Общества
Союза ССР

Изучение подземных вод на описываемой территории для целей водоснабжения началось около 60 лет назад в связи с заселением края и постройкой Сибирской железной дороги и продолжается до настоящего времени. Результаты гидрогеологического изучения за это время обобщены И. И. Жилинским, М. И. Кучиным, М. С. Гуревичем.

ОБЩИЕ ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Юго-западная часть Ишимской степи представляет собой плоскую равнину со слабым уклоном на север. Рельеф степи нарушается небольшими различно ориентированными гривами, гривками и изобилием озер. На север от 56 параллели количество озер резко уменьшается, а количество болот и займищ возрастает.

Наиболее возвышенные участки равнины имеют высотные отметки от 138 до 140 *м* над уровнем моря; к северу они понижаются до 100—83 *м*, а в долине Ишима у одноименного города падают до 66 *м*.

Слабо развитая речная сеть представлена рекой Ишим с маловодными мелкими притоками и рекой Вагаем с притоком р. Емец.

Ишим по своему характеру является типичной равнинной рекой с очень медленным спокойным течением. Ширина долины достигает 3 *км*; склоны ее асимметричны, правый берег крутой, левый — пологий. Русло извилистое, наблюдается большое количество озер и стариц. Ширина реки 70—120 *м*, глубина 0,4—9 *м*. В весеннее половодье река сильно разливается.

В средней части описываемой территории с севера на юг протекает р. Емец, приток Вагая. Она имеет спокойное медленное течение. Летом Емец иногда полностью пересыхает на отдельных участках. Наблюдения в период с 1948 по 1950 г. показали, что пополнение запасов воды в реке даже за счет таяния снегов незначительно. Так, в апреле уровень воды в ней повышается всего на 15—37 *см*.

На северо-западе территории протекает река Вагай, приток р. Иртыша. Эта река имеет спокойное медленное течение, она сильно разливается весной и мелеет летом. Средняя глубина р. Вагая около 2 *м*.

Химический состав воды рек Ишима и Емца приводится в табл. 1.

Таблица 1

Река	*мг/л*							Жесткость град.		Окисляемость
	плотный остаток	$Na^{\cdot}+K^{\cdot}$	$Ca^{\cdot\cdot}$	$Mg^{\cdot\cdot}$	$Cl^{\prime}$	$SO_4^{\prime\prime}$	HCO_3	общая	временная	
Ишим (1947 г.)	1 185				311	10		30	24	33
Емец (1954 г.)	600	104	95	34	20		256	21	12	25

Существенное значение в гидрографии района имеют озера. Различные по величине и форме, они часто располагаются цепочкой, вытянутой с севера на юг или на северо-восток по направлению древних речных долин. Пресные озера представляют собой плоские, пологие котловины, обычно заросшие камышом и другими травами. Соленые озера, особенно в Лебяжевском районе, наоборот, лежат в глубоких (до 20—25 *м*) котловинах.

На основании многочисленных литературных данных, а также изучения естественных физико-географических процессов А. В. Шнитниковым установлено, что уровень степных озер Западной Сибири и Северного Казахстана периодически испытывает сильные колебания, вплоть до полного высыхания некоторых озер и их повторного наполнения водой.

Климат в описываемом районе резко континентальный с продолжительной холодной зимой и коротким жарким летом.

Среднегодовое количество осадков, по наблюдениям метеорологических станций, за период с 1935 по 1954 г. колеблется в пределах 260—400 *мм*. Летние осадки составляют 60—70%.

ОБЩИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ И ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

Ишимская степь расположена в южной части Западно-Сибирской низменности. В структурном отношении эта область представляет собой обширную впадину в палеозойских породах, заполненную почти горизонтально лежащими мезозойскими и кайнозойскими песчано-глинистыми породами, мощность которых достигает 1600 м. Палеозойский фундамент погружается с юга на север и встречен Макушинской скважиной на глубине 700 *м*, а Ярковскими скважинами уже на глубине 1600 *м*.

Схематический разрез мезокайнозойских отложений представлен на меридиональном геологическом профиле, построенном по линии: Ярковский район—Усть-Ламенка—Макушино. Детали строения верхних горизонтов показывает профиль по линиям скважин, пробуренных в 1954 г. Уральской гидрогеологической экспедицией (рис. 1 и 2).

Мощная толща мезозойских и кайнозойских пород содержит слои и пачки хорошо проницаемых песков и песчаников среди менее проницаемых и непроницаемых глинистых осадков.

Чередование проницаемых и водоупорных пород, находящихся в общих условиях синклинального залегания, способствует накоплению на больших глубинах высоконапорных подземных вод. Водоносные горизонты установлены здесь как в полого наклонных четвертичных, третичных и меловых толщах, так и в дислоцированных породах нижнего мезозоя и палеозоя. С точки зрения возможного использования подземных вод для целей сельскохозяйственного водоснабжения наибольшее значение имеют водоносные горизонты в четвертичных и третичных отложениях.

ВОДОНОСНОСТЬ ЧЕТВЕРТИЧНЫХ И ВЕРХНЕТРЕТИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ

Четвертичные отложения имеют на рассматриваемой площади невыдержанную мощность и неоднородный состав. На водораздельных пространствах сверху встречаются суглинки и супеси коричневой и бурой окраски, слои серых и красных глин, мелкие прослои и включения песка, гравия и гальки.

На глубине от 0,5 до 3,5 *м* залегает маломощный водоносный горизонт — верховодка, не имеющий повсеместного распространения. Верховодка приурочена в основном к песчаным и супесчаным прослойкам и линзам среди глин и суглинков. Дебит горизонта незначителен, и воды его практического значения для хозяйства не имеют. Режим верховодки тесно связан с климатическими условиями. В самую большую жару и сильные морозы вода в колодцах исчезает.

Ниже мелкими колодцами вскрывается первый наиболее постоянный водоносный горизонт, приуроченный к среднезернистым желтым пескам и к песчано-глинистым отложениям, содержащим гальку, гравий и конкреции известняка и мергеля. Эти отложения плохо изучены. Повидимому, в одних местах колодцы вскрывают отложения древних речных долин четвертичного возраста, а в других — песчано-глинистые континентальные отложения неогена.

В Маслянском районе отложения с известково-мергелистыми конкрециями являются основным горизонтом, из которого население получает воду. Водоотдача горизонта небольшая; дебит колодцев от 0,009 до 0,2 *л/сек*. Коэффициент фильтрации, определенный лабораторным путем, равен 0,2—0,9 *м/сут*.

В табл. 2 приводятся данные о минерализации воды в колодцах.

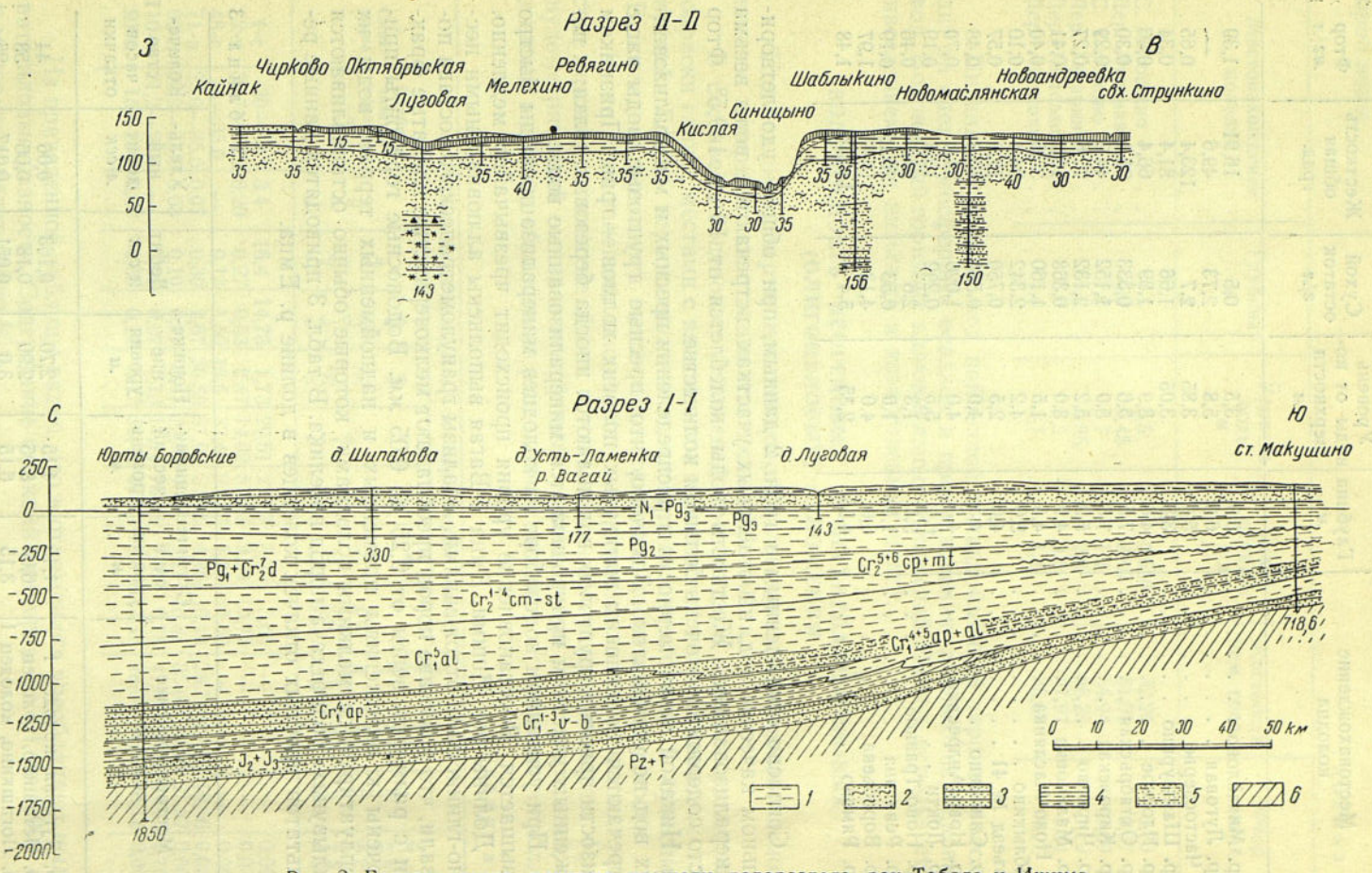


Рис. 2. Геологические разрезы площади водораздела рек Тобола и Ишима

1—глины; *2*—мелкозернистые пески-плывуны *3*—песчаники; *4*—аргиллиты; *5*—кора выветривания доюрских пород; *6*—доюрский фундамент

Таблица 2

Местонахождение колодца	Глубина *м*	Уровень воды от поверхности *м*	Сухой остаток *г/л*	Жесткость общая град.	Фтор *мг/л*
Дер. Михайлово	3,9	3,5	0,5	16,91	1,39
Дер. Луговая	6,3	5,8	2,73	49,6	—
С. Частоозерье	5,4	3,85	2,7	123,4	0,65
Дер. Шамшурино	3,8	3,05	1,66	81,4	0,34
Дер. Плоское	4,6	3,9	1,89	66,4	0,46
Дер. Октябрьская	7,5	5,6	0,533	25,1	0,30
Дер. Кировская	7,8	5,0	1,152	44,3	0,29
Дер. Чирково	5,9	5,2	2,132	72,6	0,27
Дер. Малиновка	4,9	3,0	0,368	18,2	0,41
Ст. Ново-Маслянка	4,5	1,5	1,160	36,5	0,40
Шаблыкино	5,0	4,2	2,342	94,4	0,10
Разъезд № 41	4,0	2,5	0,750	17,8	0,57
Дер. Синицино	4,5	4,0	0,586	19,6	0,48
Дер. Ново-Андреевка	4,5	4,0	1,026	24,0	0,70
Дер. Локти	6,0	5,5	0,292	13,8	0,19
Дер. Ново-Травное	5,3	1,3	2,6	99,5	0,46
Дер. Ревягина	1,5	1,0	0,53	26,12	0,19
Дер. Воробьева	6,0	4,0	4,13	116,65	1,97
Дер. Рямово	4,55	2,35	5,4	149,46	1,48

Согласно приведенным в табл. 2 данным, при общем удовлетворительном качестве вод, на отдельных участках встречаются воды весьма минерализованные. Жесткость воды колеблется от 16 до 149,5°. Фтор часто содержится в очень большом количестве.

Никакой закономерности в распределении пресных и минерализованных вод не установлено. Замечено, что пресные грунтовые воды чаще встречаются на склонах вытянутых пологих холмов — грив. Признаком близости пресных грунтовых вод являются иногда березовые колки; к пониженным участкам приурочиваются минерализованные воды.

При усиленном водозаборе из колодцев минерализация воды быстро повышается. Восстановление уровня происходит чрезвычайно медленно.

Долины рек Ишима, Емца и Вагая выполнены аллювиальными песчано-глинистыми отложениями. Анализы гранулометрического состава показали, что в составе пород преобладают мелкозернистые иловатые фракции с размером зерен от 0,25 до 0,05 *мм*. Водоносные горизонты приурочены к отложениям пойменных и надпойменных террас, воды их эксплуатируются мелкими колодцами, которые обычно останавливаются в плывунах. Водоотдача пород невелика. В табл. 3 приводятся данные результатов пробных откачек колодцев в долине р. Емца.

Таблица 3

Местонахождение колодца	Статический уровень *м*	Динамический уровень *м*	Понижение уровня *м*	Дебит *л/сек*	Удельный дебит *л/сек*	Количество часов откачки
Дер. Луговая, колодец 1	1,45	4,15	2,70	0,163	0,06	44
Дер. Истошино, колодец 2	6,05	8,95	2,90	0,18	0,06	58
Дер. Логашкино, колодец 1	3,15	6,15	3,0	0,051	0,017	26
То же, колодец 2	3,10	5,47	2,37	0,030	0,013	33
Дер. Гагарино, колодец 2	3,70	5,75	2,05	0,017	0,08	40
То же, колодец 5	5,0	5,95	0,95	0,017	0,02	38
„ „ „ 6	5,0	6,13	1,13	0,021	0,02	32

По степени минерализации воды пестрые. Встречаются как пресные, так и соленые воды. В табл. 4 приведены результаты химических анализов проб воды.

Таблица 4

Местонахождение колодца	Глубина *м*	Уровень воды *м*	Сухой остаток *г/л*	Жесткость нем. град.	Фтор *мг/л*
С. Истошино	4,5	2,5	0,686	32,26	0,73
Дер. Луговая	4,9	1,45	2,85	51,91	0,67
С. Торопово	7,0	3,7	1,4	54,94	0,69
Дер. Гагарино . . .	4,0	3,85	2,8	56,25	1,19
Дер. Полозаозерье .	4,0	3,5	3,6	107,97	1,34
Дер. Логашкино . .	7,0	3,7	1,4	35,08	0,97

Питание грунтовых вод пойменной и надпойменной террас происходит за счет атмосферных осадков и проникновения речных паводковых вод. Водоносный горизонт аллювиальных отложений широко используется населением для питьевых и хозяйственных целей.

ВОДОНОСНОСТЬ НЕОГЕНОВЫХ И ВЕРХНЕПАЛЕОГЕНОВЫХ (ОЛИГОЦЕНОВЫХ) ОТЛОЖЕНИЙ

Под чехлом четвертичных отложений залегают слои континентального неогена и верхнего олигоцена мощностью 50—100 *м*.

В составе плиоценовых отложений преобладают плотные различной окраски глины, местами с включением мергелистых и известковистых конкреций. Глины переслаиваются с иловатыми суглинками и супесями. В последних находятся водоносные горизонты небольшой мощности.

Ниже глин залегают миоценовые и верхнеолигоценовые мелкозернистые пылевато-иловатые пески и алевриты, образующие плывуны. Гранулометрический состав и коэффициенты фильтрации этих отложений, по данным анализов образцов из разведочных скважин, приводятся в табл. 5.

Таблица 5

Скважина	Глубина взятия образца *м*	Содержание фракции в % к воздушно-сухой навеске								Полная влагоемкость %	Максимальная влагоемкость %	Водоотдача %	Коэффициент фильтрации *м/сут*
		2—1 *мм*	1—0,5 *мм*	0,5—0,25 *мм*	0,25—0,1 *мм*	0,1—0,05 *мм*	0,05—0,01 *мм*	0,01—0,005 *мм*	Меньше 0,005 *мм*				
1-г	30—33	3,4	16,4	14,73	1,73	29,51	27,79	3,39	3,05	—	—	—	0,007
2-п	38,7—50,2	0,20	0,27	0,53	2,47	19,02	57,49	9,24	10,78	—	—	—	0,037
48-г	14—35,0	—	0,13	1,50	16,5	32,46	25,57	8,24	15,60	—	—	—	0,008
71-п	23,0—35,0	0,07	0,30	2,67	20,50	37,92	23,94	4,46	10,14	28,79	10,23	18,56	0,028
90-п	28,9—35,0	0,03	0,10	0,17	3,47	19,82	48,39	11,21	16,81	35,63	13,76	21,87	0,001
110-п	21,2—27,7	—	0,06	0,07	1,13	11,11	73,03	7,82	6,78	41,01	16,26	24,75	0,76
97-п	15—29	0,03	0,03	0,10	5,17	28,42	49,56	13,54	13,15	28,04	11,89	16,15	0,005

Из приведенной таблицы видно, что в отложениях преобладают пылевато-иловые разности. Содержание фракций размером от 0,1 до 0,005 *мм* и менее составляет около 80%.

Миоцен-олигоценовый водоносный горизонт прослеживается на всей рассматриваемой площади, на глубине от 8 до 20 *м*. Воды имеют напорный характер. Уровень устанавливается на глубине 3—7 *м* от поверхности земли.

Вследствие преобладания мелких пылевато-илистых частиц в составе миоцен-олигоценовых отложений водоотдача их очень незначительна. Дебит скважин колеблется в пределах 0,03—0,2 *л/сек*; коэффициент фильтрации, определенный лабораторным путем, равен 0,008—0,9 *м/сут*. Стенки скважин и колодцев часто оплывают, мелкий песок выносится с водой и забивает фильтры.

Воды по степени минерализации могут относиться к пресным, солоноватым и соленым. Отдельные сведения о глубинах залегания и химическом составе вод описываемого горизонта даются в табл. 6.

Таблица 6

Местонахождение колодца	Глубина *м*	Уровень воды *м*	Сухой остаток *г/л*	Жесткость град.	Фтор *мг/л*
Дер. Красивая	16,0	5,0	5,02	82,77	2,91
Дер. Ново-Александровка	12,0	4,9	0,715	35,6	0,43
Дер. Козловка	14,0	3,8	0,298	14,6	0,13
Дер. Стрункино	13,0	2,3	1,072	30,4	0,48
Дер. Выстрел	16,0	4,0	3,346	101,5	0,33
Дер. Лебедевка	24,0	5,2	1,992	42,06	1,45
Дер. Истошино	10,9	7,0	0,686	32,26	0,73
» »	10,0	6,4	0,792	31,98	0,45

По химическому типу среди подземных вод выделяются воды углекисло-натриевые, хлористо-натриевые и весьма жесткие сернокисло-натриево-магниевые. Несмотря иногда на высокую минерализацию вод миоцен-олигоценовых отложений, они вскрываются колодцами и широко используются населением.

Одиночные скважины, пробуренные на всей площади исследования к югу от ж. д. Тюмень—Омск, повсюду встречают миоцен-олигоценовый водоносный горизонт. Однако действующих скважин здесь нет. Первоначальный дебит быстро уменьшается до незначительного вследствие забивания фильтров и заплывания скважины.

В 1955 г. Уральской гидрогеологической экспедицией и трестом «Тюменьнефтегеология» севернее Сибирской ж. д. пробурены скважины, из которых в различных количествах получена пресная вода, годная к употреблению.

Горизонт пресных вод, приуроченный к мелкозернистым и среднезернистым пескам, встречен скважинами на различной глубине. Так, в дер. Тушнолобово, расположенной северо-восточнее г. Ишима, в долине р. Вовилона, он вскрыт скважиной на глубине 10—12 *м* в среднезернистых песках плиоцена. Устойчивый дебит скважины 0,18 *л/сек*. Ниже залегают иловатые плывуны, дебит из которых не превышает 0,01—0,02 *л/сек*.

Западнее и севернее г. Ишима скважины пробурены в деревнях Усть-Ламенке (глубина скважины 171—176 *м*), Ражево (122 *м*), Осиновке (203 *м*), Буньково (78,5 *м*), Бегелы (69 *м*), которые встретили водоносные горизонты на глубинах от 70 до 176 *м*; дебит скважин до 0,4 *л/сек*. Часть скважин эксплуатируется колхозами.

ВОДОНОСНОСТЬ СРЕДНЕ- И НИЖНЕПАЛЕОГЕНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ

Отложения палеогена в пределах Ишимской степи имеют повсеместное распространение. Они представлены серыми опоковидными глинами с примесью песчаного и алевролитового материала (палеоцен—эоцен) и синевато-серыми глинами, переслаивающимися с песками (олигоцен). Мощность палеогеновых отложений достигает 170—200 *м*.

Водоносность песчаных прослоев в глинах незначительна. Дебит скважин в редких случаях более 1 *л/сек*, а обычно выражается в десятых и сотых долях литра в секунду.

Воды нижне- и среднепалеогеновых отложений весьма минерализованы и вследствие этого непригодны для хозяйственно-питьевого использования. Быстрое возрастание минерализации воды с глубиной хорошо показывают результаты химического анализа проб воды из скважины № 1, пробуренной в дер. Луговой, Бердюжского района.

Таблица 7

Глубина взятия пробы *м*	Сухой остаток *г/л*	*мг/л*				Жесткость град.
		Cl'	SO_4''	HCO_3	F	
10,98	1,884	259,5	608,7	634	1,48	16,7
24,47	2,341	539,5	538,2	750,3	1,09	27,4
65,00	2,545	602,5	547,7	852,5	0,99	29,4
71,5	2,301	540.5	674,0	507,8	0,99	31,3
89,5	2,501	538,4	793,4	618,5	1,53	35,1
109	3,687	1214,3	907,4	517,0	1,86	36,9
137	5,204	2801,9	49,4	152,5	0,19	42,3

Приведенные в табл. 7 данные еще раз подтверждают результаты, полученые при бурении многих скважин в описываемом районе.

Большое содержание солей хлористого натрия, сернокислого кальция и магния, неприятный горько-соленый вяжущий вкус исключают возможность использования подземных вод среднего и нижнего палеогена.

Материалы сводных геологических работ и материалы, собранные Гидрогеологической экспедицией по большому количеству скважин, показывают, что аналогичное качество вод средне- и нижнепалеогеновых отложений характерно не только для Бердюжского и прилегающих к нему районов Тюменской области, но и для смежных территорий Курганской и Омской областей.

ВОДОНОСНОСТЬ МЕЛОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ

Водоносность верхне- и нижнемеловых отложений на описываемой территории бурением не освещена; поэтому судить о ней можно только по данным бурения трестом «Тюменьнефтегеология» глубоких скважин в прилегающих к описываемой территории районах.

Верхнемеловые морские отложения имеют мощность более 200 *м*. В составе их преобладают зеленовато-серые алевритовые и серые опоковидные глины, среди которых встречаются слои мелкозернистого песчаника и алевролита. Нижнемеловые отложения представлены песчаниками, глинами и аргиллитами.

Водоносные горизонты в породах мелового возраста, приуроченные к слоям песков и песчаников, вскрыты скважинами на глубинах от 700 до 1400 *м*. Воды напорные и насыщены газом. Дебит скважин от 0,3 до 11 *л/сек*.

По качеству воды в меловых отложениях горько-соленые, хлорнатриевого типа; общая минерализация колеблется в пределах 10,6—19,7 *г/л*.

Для характеристики вод описываемого горизонта в табл. 8 приводятся данные по отдельным скважинам, заимствованные из материалов треста «Тюменьнефтегеология».

Таблица 8

Местонахождение скважины	Глубина *м*	Глубина встречи водоносного горизонта *м*	Дебит *л/сек*	Общая минерализация воды *г/л*
Ярковский район, скв. 1-р . . .	1423,5	694	0,39	14,8
		736	1,0	10,7
		865	0,3	13,7
		1013	3,04	17,5
То же, скв. 3-р	1850	1114	37	18,9
		1247	11,2	18,9
		1332	0,350	19,7
		1399	11,6	18,8
Ново-Заимский район, дер. Яковлево	1256,0	1140		17,2
		1152—1156		16,9
		1176—1180		17,0
То же, дер. Бегила	995,1	567—590		12,6
		625—628		13,4
		703—705		13,6
		887—893		16,0
Ст. Макушино	718	457—533	9,58	9,01
		620—635		10,8
Ст. Татарская		990—1200	0,81	

Вследствие высокой минерализации и глубокого залегания водоносные горизонты в меловых отложениях не могут быть использованы для водоснабжения сельского хозяйства.

ВОДОНОСНОСТЬ ТРИАС-ЮРСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ

В отношении подземных вод триас-юрских отложений имеются ограниченные сведения по Луговской, Заводоуковской, Ярковской, Макушинской скважинам. Крайняя западная скважина Луговская 1-р вскрыла подземные воды с общей минерализацией 7,3 *г/л* в юрских отложениях. Восточнее, в Дербышинской, Заводоуковской, Тюменской скважинах, минерализация последовательно повышается до 19,3 *г/л*.

На северо-западе в Ярковской скважине 3-р подземные воды, приуроченные к юрским песчаникам, находятся на глубине 1538—1570 *м*. Дебит скважин с глубиной уменьшается от 0,35 до 0,01 *л/сек*. Минерализация воды повышается до 20,4 *г/л*. Там же скважиной № 4-р встречены подземные воды в прослоях юрских песчаников на глубине 1555—1593 *м*. Дебит скважины при самоизливе колеблется от 1,25 до 0,02 *л/сек* и также уменьшается с глубиной. Минерализация воды достигает 15,2—19,3 *г/л*.

Высокая минерализация вод триас-юрских отложений делает невозможным использование их для нужд сельского хозяйства.

ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ ПАЛЕОЗОЙСКОГО ФУНДАМЕНТА

Вскрытые Ярковскими скважинами 3-р и 4-р доюрские породы оказались безводными гранодиоритами. В Тюменской и Дербышенской скважинах на глубине встречены подземные воды в осадочно-вулканогенной толще с весьма незначительным дебитом и общей минерализацией 14,2—16,4 *г/л*. В дер. Яковлевой, Ново-Заимского района, на глубине 1197—1256 *м* и в дер. Бегилы, того же района, на глубине 953—998 *м*, встречены воды с общей минерализацией 16—18 *г/л* в порфиритах. Большая глубина, малый дебит и высокая минерализация исключают возможность использования палеозойских вод для водоснабжения.

ВОДОСНАБЖЕНИЕ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕГО РАСШИРЕНИЯ

Водоснабжение населенных пунктов и сельскохозяйственных предприятий (МТС, совхозов, животноводческих ферм, колхозов) на описываемой территории в настоящее время осуществляется за счет использования поверхностных вод (озера и реки) и путем каптирования колодцами подземных вод четвертичных и верхнетретичных отложений.

В связи с развитием сельского хозяйства здесь ощущается большой недостаток воды. Положение усугубляется тем обстоятельством, что многочисленные озера часто не оберегаются от загрязнения, не очищаются от ила и зарастают. Многие колодцы также выходят из строя—заплывают и не очищаются.

Дебиты колодцев малы и удовлетворяют потребности только небольших хозяйств; вода довольно часто минерализована.

Водоснабжение железнодорожных станций на линии железной дороги Свердловск—Омск в настоящее время осуществляется за счет поверхностных вод.

Несмотря на огромное количество пробуренных скважин вопрос об источниках водоснабжения не потерял остроты своего значения.

Из большего числа скважин, пройденных различными организациями, подавляющая часть имеет глубину до 30 *м* и вскрывает воду миоцен-олигоценового горизонта. Из общего числа 1193 скважин не более 20—30 скважин эксплуатируется в настоящее время. Распределение скважин по районам приведено в табл. 9.

Таблица 9

Район	Количество скважин	В том числе	
		скважин глубиной до 30 *м*	эксплуатировавшихся скважин
Омутнинский	52	42	2
Голышмановский	98	75	Сведений нет
Ишимский	254	232	11
Абатский	102	84	2
Армизонский	12	7	1
Бердюжский	108	102	—
Маслянский	230	215	—
Казанский	60	55	—
Лебяжинский	37	34	—
Другие районы	240	195	—
	1193	1041	20—25

Гидрогеологические данные по скважинам показывают, что подземные воды к югу от железной дороги Тюмень—Омск с глубины 35—50 *м* и к северу от нее с глубины 70—170 *м* сильно минерализованы, соленые на вкус и непригодны для хозяйственно-питьевого водоснабжения. Таким образом, использование для водоснабжения водоносных горизонтов нижнетретичных и нижележащих отложений невозможно ввиду большой минерализации вод. Этим и объясняется то обстоятельство, что большинство пробуренных скважин имело глубину менее 30 *м*.

Однако и из многочисленных мелких скважин для водоснабжения используется только несколько. Причиной этого является крайне слабая водоотдача миоцен-олигоценовых мелкозернистых песков и алевритов, в которых останавливается большинство скважин, и заплывание скважин в этих породах.

Многочисленные физико-механические анализы, произведенные Уральской гидрогеологической экспедицией в 1954 г., показывают, что

миоцен-олигоценовые пески и алевриты по существу являются супесями, в составе которых преобладают частицы диаметром менее 0,1 *мм*, составляющие в среднем 80—90% общей массы. Характерные анализы приведены выше, в табл. 5.

Проведенное поисковое бурение показало, что состав миоцен-олигоценовых песков выдерживается на большой площади. Не удивительно, что при таком составе пород попытки получить из них воду путем бурения скважин почти всегда оканчивались неудачей. Дебиты скважин изменялись от 0,01 до 0,2 *л/сек*.

Кроме малой водоотдачи водоносного горизонта миоцен-олигоценовых песков и алевритов, большим препятствием к его использованию является быстрое заплывание скважин и трудность создания фильтра, эффективно действующего в течение продолжительного времени.

Если учесть, что выпускаемые нашей промышленностью наиболее высокие номера фильтровых сеток имеют минимальные отверстия более 0,14 *мм*, становится понятным, почему устройство обычных сетчатых фильтров в таких песках невозможно.

Многолетний опыт контор Водстроя (Тюменской, Ишимской, Омской, Омутнинской) и ряда других организаций по устройству скважин для целей водоснабжения показывает, что постановка фильтров различных конструкций в песках этих районов, в том числе и комбинированных гравийно-сетчатых, не дает положительных результатов. Даже в тех скважинах, где фильтр в первый период после его установки работал нормально, в течение первых двух лет эксплуатации он полностью выходит из строя вследствие зарастания и засорения отверстий. Для подавляющего большинства скважин засорение и зарастание фильтра происходило очень быстро, в течение первых месяцев работы. Об этом свидетельствует тот факт, что из общего количества пробуренных 1200 скважин действуют в настоящее время только несколько.

В 1938 г. в пос. Сладково скважина глубиной 170 *м* встретила два водоносных горизонта с сильно минерализованной водой на глубине 112 и 115 *м*. Анализ воды показал, что ее сухой остаток равен 7,7 *г/л*. Скважина была оборудована и сдана в эксплуатацию с первоначальным дебитом 4,5 *л/сек*. Через несколько дней скважина сократила дебит до 0,08 *л/сек*, а затем прекратила подачу воды.

Все местные буровые конторы Водстроя (Ишимская, Омутнинская) уже давно не бурят скважин, а занимаются копкой и устройством колодцев с гравийной засыпкой и установкой ветряных двигателей. Однако и эти вновь устраиваемые колодцы действуют очень непродолжительное время, требуя беспрерывной прочистки и ремонта крепи.

Уральское геологическое управление, несмотря на неблагоприятные результаты поискового бурения, пробурило в дер. Луговой две разведочно-эксплуатационные скважины.

Первая скважина глубиной 143 *м*, начальным диаметром 14″, конечным 8″ подвергалась опробованию на различной глубине. Дебит скважины при этом изменялся от 0,05 до 0,09 *л/сек*.

Вторая скважина глубиной 60 *м* была пройдена с целью выявить возможность увеличения водоотдачи песков путем подбора конструкции фильтра.

Первоначально в скважину был установлен сетчатый фильтр с сеткой галунного плетения соответствующего номера. После нескольких часов откачки поступление воды в скважину прекратилось. Произведенная обратная промывка фильтра не дала положительного результата. Осмотр фильтра, извлеченного на поверхность, показал, что отверстия в фильтровой сетке были плотно закупорены илистыми частицами. После этого в скважину был опущен комбинированный каркасно-гравийно-сетчатый фильтр типа «Бурвод». Гравийная засыпка была помещена между двумя фильтровыми сетками, причем наружная сетка имела более круп-

ные отверстия, предохраняющие лишь от высыпания гравия. Результаты получились те же, с той лишь разницей, что закупорка фильтра происходила через более длительный промежуток.

После извлечения этого фильтра из скважины в нее был установлен сетчатый фильтр и произведена гравийная засыпка через затрубное пространство. Путем комбинирования откачки и обратной промывки фильтра был достигнут максимальный дебит 0,150 *л/сек.*

Таким образом, работы гидрогеологической экспедиции в 1954 г. также подтвердили практику местных буровых контор Водстроя, прекративших бурение скважин и перешедших на устройство колодцев. В 1955 г. еще раз были произведены опыты с выбором и испытанием наиболее рациональных фильтров для каптирования водоносного горизонта в мелкозернистых песках и алевритах миоцен-олигоцена и с этой целью пройдены опытные скважины в Абатском районе. Опыты дали удовлетворительные результаты при кратковременной откачке. Схема фильтра показана на рис. 3. Длительных испытаний фильтра не производилось.

В настоящее время о водоснабжении районов междуречья Тобол—Ишим можно сделать следующие выводы.

1. В восточной части Тюменской и Курганской областей, к югу от железой дороги Тюмень—Омск, подземные воды в отложениях среднего и нижнего палеогена и в нижележащих отложениях сильно минерализованы и непригодны в качестве источника водоснабжения колхозов, совхозов и МТС. В связи с этим не следует бурить скважины глубиной более 50—70 *м* в районах к югу от железнодорожной линии Тюмень—Омск и глубиной более 100—120 *м* в районах к северу от этой линии. Основными источниками водоснабжения в указанных районах являются:

а) поверхностные воды рек, озер и искусственных водоемов;

б) подземные воды в четвертичных аллювиальных отложениях и подземные воды мелкозернистых песков миоцен-олигоцена.

2. В связи с плохой водоотдачей четвертичных и миоцен-олигоценовых отложений главное значение для водоснабжения сельского хозяйства имеют поверхностные воды.

Должны быть проведены следующие мероприятия по лучшему использованию для водоснабжения поверхностного стока:

а) регулирование и охрана стока рек Ишима, Вагая, Емца и других мелких речек и ручьев;

б) устройство различного рода запруд с целью накопления и сохранения талых и дождевых вод в озерных котловинах оврагах и всякого рода понижениях рельефа;

в) устройство искусственных прудов (копаней);

г) очистка озер от излишней растительности и ила; соединение мелких озер каналами, благоустройство мест водозаборов из озер; санитарная охрана озер;

д) использование воды из р. Ишима путем подачи ее по каналам для пополнения озер и искусственных прудов;

е) всякие другие мероприятия по задержанию, регулированию и использованию поверхностного стока и охране источников водоснабжения.

Правильная организация и энергичное проведение этих мероприятий в значительной мере ослабят напряженное положение с водоснабжением колхозов, совхозов и МТС.

3. Воды четвертичных аллювиальных отложений (современных и древних речных долин) в ряде районов Приишимья могут быть с успехом использованы для водоснабжения путем каптирования их колодцами и буровыми скважинами большого диаметра. Возможно также использование вод песчаных отложений миоцен-олигоцена, но при этом необходимо учитывать плохую водоотдачу этих отложений.

Наиболее рационально вскрытие воды миоцен-олигоценовых песков шахтными колодцами. В частности, могут быть рекомендованы колодцы с засыпкой гравия между венцами деревянной крепи (рис. 4). Проходка колодцев может быть механизирована. Землеройные машины, приспо-

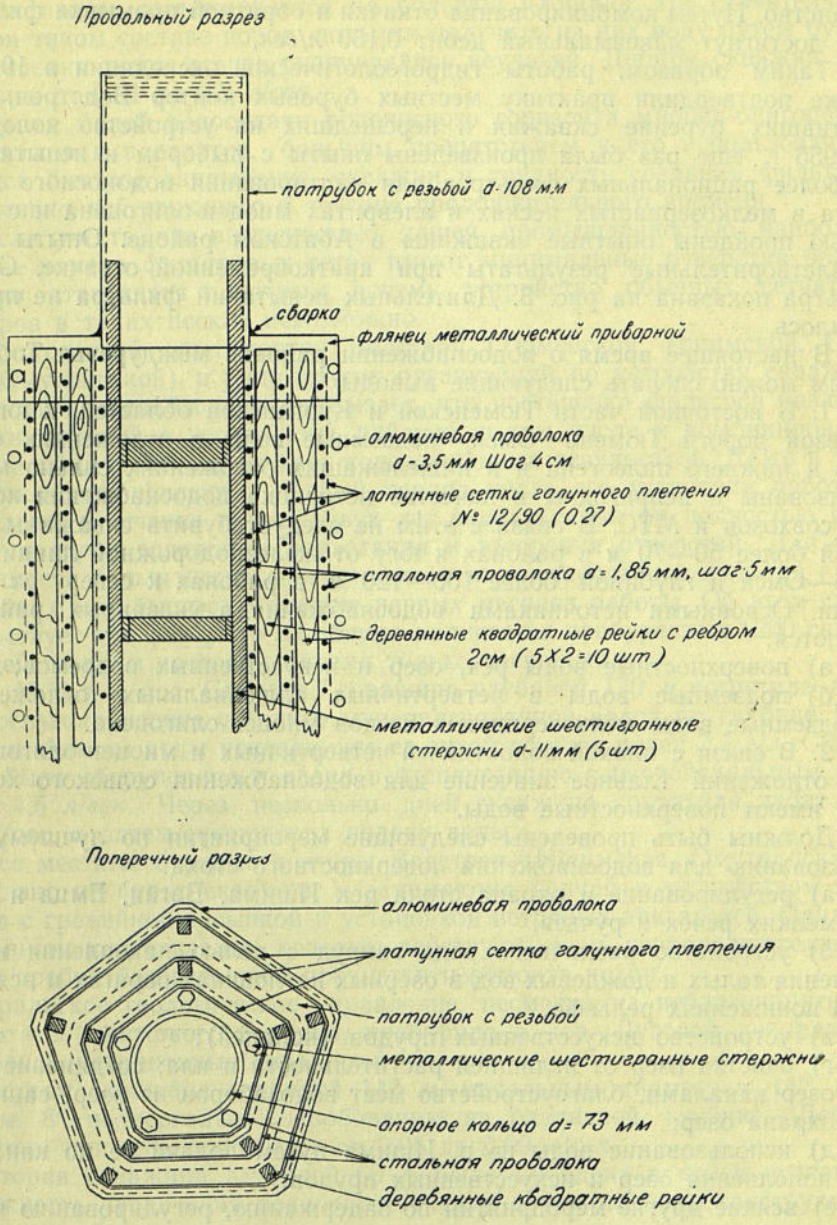


Рис. 3. Схема фильтра с двухслойной гравийной засыпкой

собленные для этой цели, выпускают отечественные заводы (Тогузакский завод в Кустанайской области).

При каптировании водоносного горизонта буровыми скважинами необходим большой диаметр скважин и фильтры особого устройства. Хорошие результаты показал фильтр, испытанный Уральской гидрогеологической экспедицией в 1955 г. в Абатском районе, Тюменской области (см. рис. 3).

Необходимо учитывать, что вследствие плохой водоотдачи песков дебиты скважин обычно малы (0,2—0,5 *л/сек*). Поэтому приходится бурить несколько скважин в одном узле.

4. Необходимо продолжение работ по изучению гидрогеологии районов Тюменской и Курганской областей.

В результате проведенных работ должно быть выявлено строение современных и древних речных долин и крупных озерных впадин, уста-

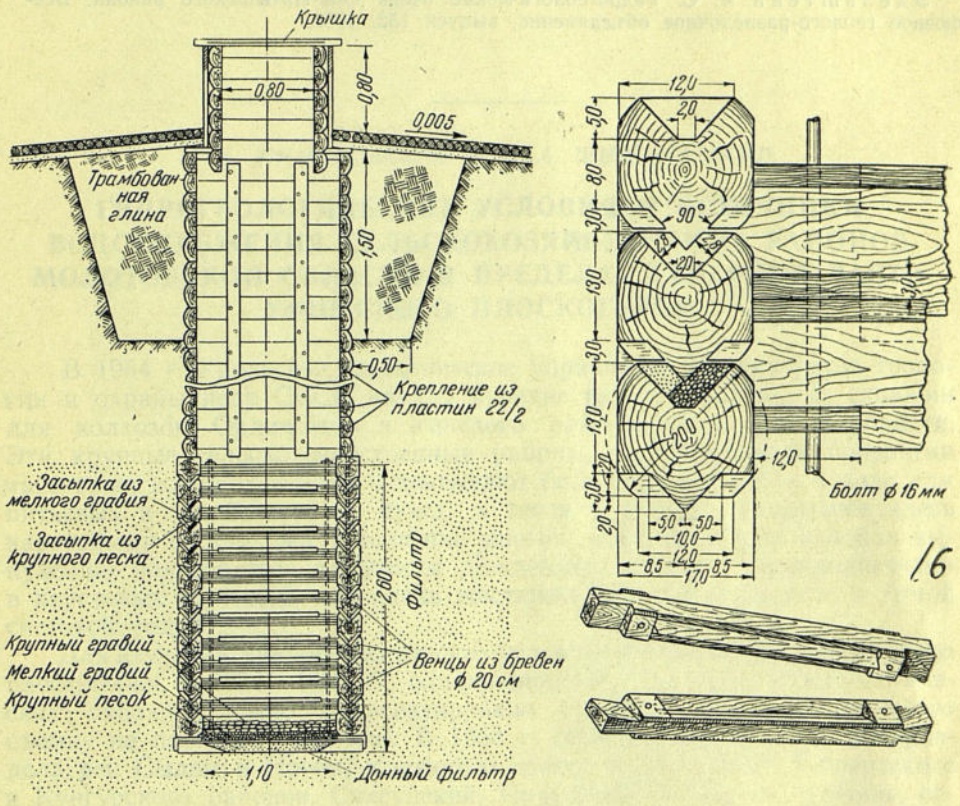


Рис. 4. Шахтный срубовый колодец с гравийным фильтром

новлен литологический состав четвертичных и верхнетретичных отложений, выявлена водоносность пород по районам. Для этой цели должен быть запроектирован большой объем мелкого картировочного бурения.

ЛИТЕРАТУРА

Высоцкий Н. К. Геологические исследования в черноземной полосе Западной Сибири. Предварительный отчет. Горный журнал, т. II, 1894.

Генкель А. А. и Красовский П. Н. Материалы по изучению озер, займищ, болот и торфяников Западно-Сибирской лесостепи. Уч. зап. Перм. гос. ун-та, т. III, вып. 1, 1937.

Герасимов И. П. Вопросы геоморфологии и палеографии Западно-Сибирской низменности. Изв. АН СССР, сер. геогр. и геофиз., № 5, 1940.

Жилинский И. И. Очерк гидротехнических работ в районе Сибирской железной дороги по обводнению переселенческих участков в Ишимской степи и осушению болот. Изд. Глав. упр. землеустр. и земледел., СПБ, 1907.

Краснопольский А. А. Геология, геогнозия и палеонтология. Предварительный отчет о геологических исследованиях Западно-Сибирской горной партии в 1893 г. Горный журнал, т. II, 1894.

Кучин М. И. Перспективы изучения артезианских вод Западно-Сибирской низменности. Вест. Зап.-Сиб. геол. треста, № 4, 1936.

Кучин М. И. Подземные воды Обь-Иртышского бассейна. Гидрогеология СССР, вып. XVI, 1940.

Туаев Н. П. Очерк геологии и нефтеносности Западно-Сибирской низменности. Тр. Нефт. геол.-разв. ин-та, вып. 4, 1940.

Шлыгин Е. Д. Геологическая карта СССР, масштаба 1 : 1 000 000. Объяснительная записка к листу N—42 (Петропавловск). Госгеолиздат, 1947.

Шнитников А. В. Внутривековые колебания уровня степных озер Западной Сибири и Северного Казахстана и их зависимость от климата. Тр. лаборатории озероведения. Изд. АН СССР, т. 1, 1950.

Эдельштейн Я. С. Гидрогеологический очерк Обь-Иртышского района. Всесоюзное геолого-разведочное объединение, выпуск 132, 1932.

И. А. ШИМАНОВСКАЯ и Л. А. ШИМАНОВСКИЙ

ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ И ИСТОЧНИКИ ВОДОСНАБЖЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАЙОНОВ МОЛОТОВСКОЙ ОБЛАСТИ В ПРЕДЕЛАХ СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ УФИМСКОГО ПЛОСКОГОРЬЯ

В 1954 г. Уральское геологическое управление Министерства геологии и охраны недр СССР начало бурение гидрогеологических скважин для колхозов Ординского и Уинского районов Молотовской области. Эти крупные сельскохозяйственные районы, располагающие большими массивами хороших земель, испытывают большой недостаток в воде для питьевых и хозяйственных нужд, в связи с широко развитыми здесь карстовыми процессами. Население многих поселков в этих районах вынуждено пользоваться талыми и дождевыми водами, накапливаемыми в карстовых воронках, или очень жесткими гипсовыми водами, а зимой снеговой водой.

Для изучения гидрогеологических условий северной части Уфимского плоскогорья, в 1954—1955 гг. одновременно с бурением гидрогеологических скважин, было запроектировано провести гидрогеологическую съемку на площади 8800 *км*². В 1954 г. обследована площадь водораздела рек Сылвы и Ирени, в которую вошли южные части Кишертского и Кунгурского районов, Суксунский, Ординский и Уинский районы, северная часть Щучье-Озерского и восточная часть Калининского районов Молотовской области.

В настоящей статье авторы излагают предварительные результаты проведенных съемочных работ, исполнителями которых они являлись, и высказывают некоторые соображения по вопросу дальнейших изысканий в указанных выше районах.

Кроме непосредственных наблюдений в поле, для составления статьи использованы результаты работ объединения Молотовнефть, проводившего в последние годы геологическую съемку в Молотовской области (исследования Г. Н. Николаева, Л. С. Шнее, Е. Н. Москалевой, Е. Н. Ларионовой, К. И. Терехова, А. С. Ердякова, Ф. К. Минацевич, Б. И. Грайфер, Р. А. Зуевой), а также материалы Уральского геологического управления (исследования К. А. Костиной, А. А. Хмелевского и Л. И. Шамовской).

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Орогидрография. Описываемую территорию по основным чертам рельефа можно разделить на три меридионально вытянутые части.

Восточная часть прорезана глубокими и узкими долинами рек Сылвы, Кинертки, Иргины и Шуртана. На крутых и обрывистых склонах долин этих рек выделяются высокие скалы рифогенных известняков

нижнепермского возраста. В центральной части площади, представляющей собой возвышенное плато водораздела рек Сылвы и Ирени, сложенной сульфатными и карбонатными породами кунгурского яруса, характерной особенностью рельефа является широкое проявление карстовых форм и чрезвычайно слабое развитие речной сети (рис. 1). В западной части на левобережье р. Ирени, где в основном распространены терригенные породы соликамской и уфимской свит, карстовый рельеф сменяется овражно-эрозионным, а речная сеть становится значительно гуще.

Основными водными артериями являются реки Сылва и Ирень.

Река Сылва имеет асимметричную долину, ширина которой изменяется от нескольких сот метров до 2 *км*. В долине ее можно наблюдать пойменную террасу высотой 3—3,5 *м* и шириной до 1—1,5 *км*, первую

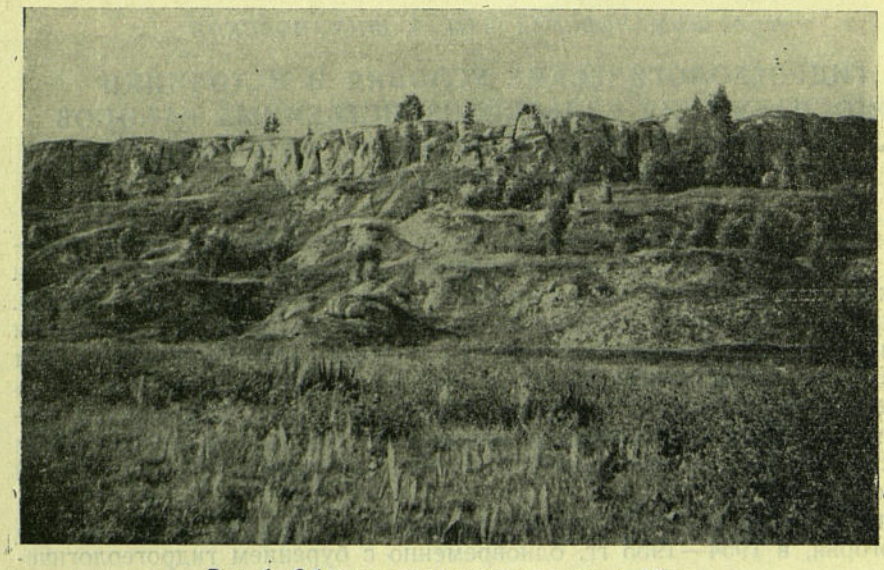


Рис. 1. Обнажение гипсов в долине р. Ирени

надпойменную высотой 6—7 *м* и вторую надпойменную высотой около 10 *м*, от которой сохранились только следы. Глубина р. Сылвы на плесах 2,5—3 *м*, а в перекатах 0,2—0,5 *м*; ширина русла 80—130 *м*.

На западе исследованной площади течет р. Ирень — наиболее крупный левый приток р. Сылвы. Долина р. Ирени имеет ширину 2—2,5 *км*, местами (после впадения рч. Сып) до 3 *км*. Правый берег, с обнажениями гипсов иреньской свиты, достигает высоты 60—70 *м* над урезом воды в реке и значительно круче левого. Пойма реки имеет высоту около 3 *м*.

Климат. Район с умеренно-континентальным климатом. Среднегодовая температура воздуха равна 0,8°; средняя температура января —16,3°, июля +17,6°. Среднегодовое количество осадков 494 *мм*, причем наибольшее количество выпадает за теплый период.

Экономика района. Природные условия благоприятны для развития сельского хозяйства. Население занимается полеводством, огородничеством и животноводством. Западная и центральная части описываемой территории почти целиком распаханы. Среди полей встречаются березовые и сосновые рощи.

В связи с неисчерпаемыми запасами поделочного камня на исследуемой территории много мастерских по изготовлению художественных изделий из камня (поселки Павловское, Опачевка, Ключики II и т. д.).

Геологическое строение. Территория сложена отложениями пермской системы, которые выходят на дневную поверхность и представ-

лены породами артинского и кунгурского ярусов нижней перми и уфимской свиты казанского яруса верхней перми.

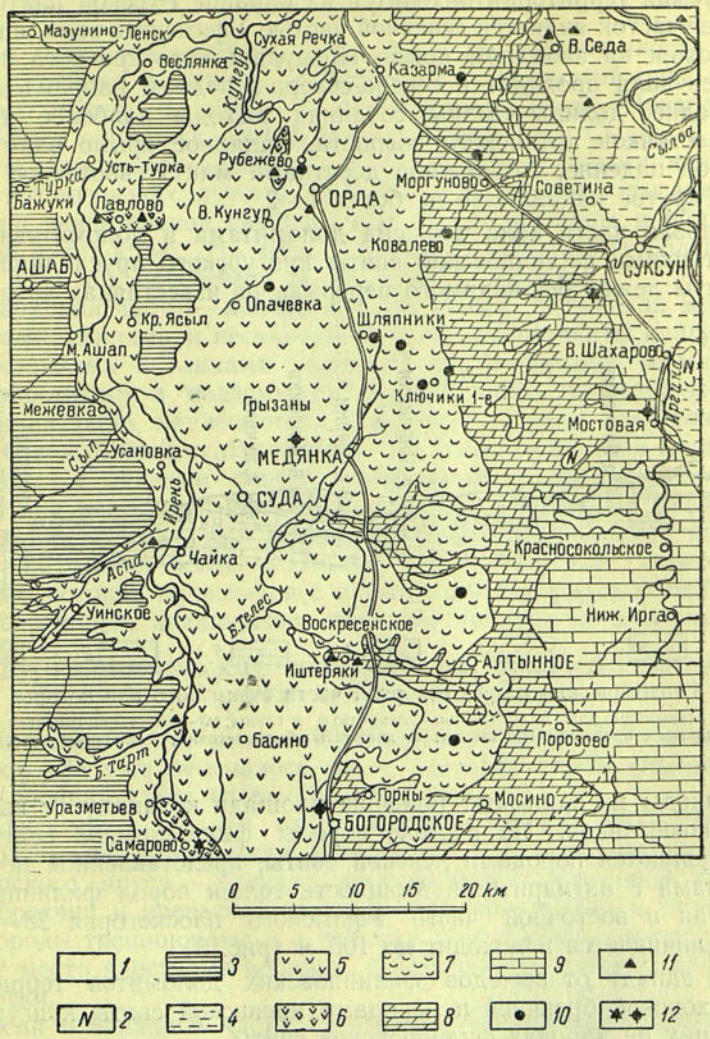


Рис. 2. Карта Уинского, Ординского и Суксунского районов Молотовской области

1—воды аллювиальных отложений; *2*—верховодка в песчано-глинистых отложениях неогена; *3*—пластовотрещинные воды в разобщенных пластах и линзах песчников и известняков уфимской свиты и соликамского горизонта (водообильность источников 1—5 *л/сек*); воды пестрые по химическому составу, но в большинстве случаев вполне пригодные для использования в сельском хозяйстве; *4*—пластово-трещинные воды в песчаниках терригенной фации кунгурского яруса (водообильность источников 1—5 *л/сек*, воды пресные, по химическому составу пестрые); *5*—карстовые и трещинные воды в гипсах и ангидритах иреньской свиты (дебит источников и скважин до 1—3 *л/сек*, воды сульфатные с минерализацией 2—3 *г/л*, жесткость 55—110); *6*—зоны интенсивного дренирования гипсов и ангидритов иреньской свиты (дебит источников более 20 *л/сек*, воды сульфатные с минерализацией 1,5—2 *г/л*, жесткость 30—60); *7*—трещинно-карстовые воды в филипповских доломитах под безводной ольховской брекчией (водообильность скважин до 20 *л/сек*, воды пресные гидрокарбонатно-кальциевые); *8*—трещинно-карстовые воды в доломитах и известняках филипповской свиты (водообильность скважин 5—10 *л/сек*, воды пресные гидрокарбонатно-кальциевые); *9*—трещинно-карстовые воды в известняках артинского яруса (дебит скважин и источников 5—10 *л/сек*; воды гидрокарбонатно-кальциевые с минерализацией 0,3—1 *г/л*; *10*—скважины; *11*—источники; *12*—скважины и источники с сероводородом

В виде редких небольших островков на водоразделах встречаются третичные отложения (белые глины, пески и галечники). Четвертичные отложения представлены широко распространенными маломощными слоями делювиальных глин, суглинков и мелких песков на склонах долин

и оврагов и аллювиальными песчано-глинистыми отложениями в долинах Сылвы и ее притоков.

Исследуемая территория находится на окраине Русской платформы. Западный ее участок является северной частью Уфимского вала, а восточный расположен на западном крыле Предуральского краевого прогиба (рис. 2). Ось вала проходит в северо-северо-западном направлении несколько западнее долины Сылвы, соединяя выходы наиболее древних пород — известняков артинского возраста. Западное крыло вала имеет очень пологое падение, измеряемое десятками минут; восточное крыло имеет более крутое падение, но не более 1—2°.

Присводовая часть вала сложена доломитами и доломитизированными известняками филипповской свиты кунгурского яруса. Филипповские доломиты лежат без видимого перерыва на известняках артинского

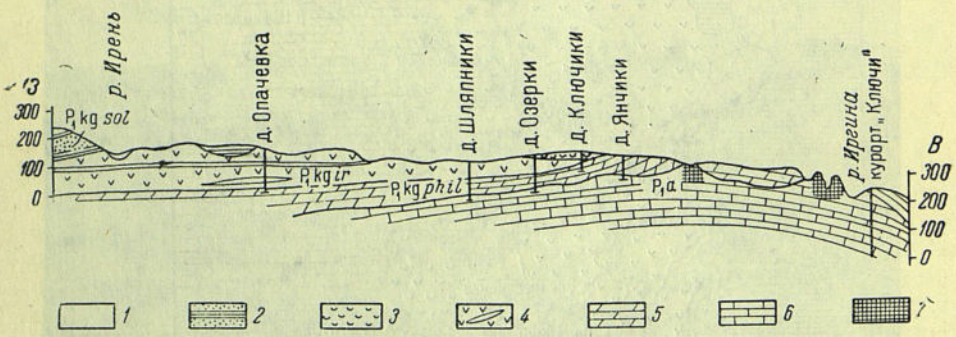


Рис. 3. Геологический разрез северной части Уфимского плоскогорья

1—аллювиальные отложения рек; *2*—песчаники, алевролиты и глины; *3*—известково-гипсовая брекчия *4*—гипсы, ангидриты с прослоями известняка; *5*—доломиты; *6*—известняки; *7*—рифовые известняки

возраста; выходы их занимают большие площади к западу от выходов артинских известняков. На востоке породы филипповской свиты фациально замещаются породами лекской свиты, представленной песчаниками и глинами с ангидритами. Мощность толщи пород филипповской свиты, равная в восточной части Уфимского плоскогорья 28—40 *м*, к западу увеличивается и доходит до 100 *м* (рис. 3).

Далее к западу от выходов филипповских доломитов территория сложена ольховской брекчией и породами иреньской свиты кунгурского яруса, лежащих на породах филипповской свиты.

Иреньская свита представлена мощными толщами немых сульфатных пород (гипсов и ангидритов) с небольшими прослоями карбонатных пород. Общая мощность иреньской свиты 117—150 *м*. На востоке, в пределах западного крыла Предуральского краевого прогиба, иреньская свита фациально замещается тонкослоистыми мергелями и алевролитами с линзами гипсов, ангидритов и каменной соли.

Ольховская брекчия, покрывающая филипповские доломиты на значительной площади в центре района, повидимому, образовалась из пород иреньской свиты в результате интенсивно протекавших карстовых процессов: быстрое выщелачивание гипса приводило к разрушению и раздроблению на крупные глыбы известково-доломитовых пачек иреньской свиты. Мощность ольховской брекчии до 25 *м*.

Левобережье р. Ирени сложено толщей плитчатых мергелей, доломитов, глин и песчаников соликамской свиты кунгурского яруса. Видимая мощность этих отложений 30—40 *м*.

Вдоль западной границы района наблюдаются выходы красноцветных песчаников и глин уфимской свиты казанского яруса верхней перми.

ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ УФИМСКОГО ПЛОСКОГОРЬЯ. СУЩЕСТВУЮЩИЕ И ВОЗМОЖНЫЕ ИСТОЧНИКИ ВОДОСНАБЖЕНИЯ

По гидрогеологическим условиям и по обеспеченности водой населенных пунктов и сельскохозяйственных предприятий описываемую территорию можно разделить на три неравные части. Центральная часть охватывает обширную площадь водораздела рек Сылвы и Ирени, сложенную закарстованными карбонатными и сульфатными породами артинского и кунгурского ярусов. Подземные карстовые воды здесь или залегают на значительной глубине, или минерализованы и обладают повышенной жесткостью. Эта часть территории испытывает большой недостаток в воде или обеспечена водой плохого качества.

Западная часть — левобережье р. Ирени, сложенная мергелями, доломитами, глинами и песчаниками соликамской свиты кунгурского яруса и песчаниками и глинами уфимской свиты верхней перми, обеспечена поверхностными и подземными водами удовлетворительного качества. Восточная часть, прилегающая к долине р. Сылвы, сложенная терригенными отложениями кунгурского яруса (тонкослоистыми мергелями и алевролитами с линзами гипсов, ангидритов и каменной соли), также обеспечена поверхностными и подземными водами, но наряду с водами хорошего качества здесь встречаются минерализованные воды.

Ниже дается более детальная характеристика гидрогеологических условий, которая начинается с наибольшей центральной части описываемой территории, являющейся областью питания подземных вод.

ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ НА ПЛОЩАДИ ВОДОРАЗДЕЛА РЕК СЫЛВЫ И ИРЕНИ

Площадь между реками Иренью на западе и Сылвой и Иргиной на востоке, как уже отмечалось выше, сложена карбонатными и сульфатными породами нижнепермского возраста.

Двигаясь к западу от выходов артинских известняков, можно наблюдать на поверхности обнажения все более молодых отложений кунгурского яруса — вначале филипповских доломитов, затем ольховской брекчии и иреньской свиты гипсов, ангидритов и известняков. Все эти породы трещиноваты и в той или иной степени закарстованы. Здесь имеют место карстовые воронки, сухие долины, слепые овраги, исчезающие реки.

Если в западной части, сложенной толщей пород иреньской свиты имеются немногочисленные реки (Кунгур, Телёс) — правые притоки Ирени, то в центральной и восточной частях (район развития ольховской брекчии и филипповских доломитов) их нет совсем. Население многих поселков этого большого сельскохозяйственного района испытывает огромный недостаток воды и зачастую использует талую и дождевую воду, для сохранения которой создаются искусственные озера путем тампонирования трещин и понор в карстовых воронках.

Талой водой пользуется значительная часть селений Кишертского, Суксунского, Ординского и Щучь-Озерского районов. Особенно тяжелое положение с водой в населенных пунктах, где нет таких больших постоянных озер, как в поселках Белое Озеро, Грибаны и других, а имеются лишь мелкие карстовые воронки, заполненные водой, и несколько копанцев (поселки Голдыри, Поляки, Шляпники и др.). Копанцы (искусственно созданные водоемы) и озера к концу лета либо высыхают, либо вычерпываются; зимой же они часто промерзают, и население вынуждено обходиться снеговой водой (рис. 4).

В некоторых населенных пунктах (поселки Саломаты, Починки, Шерстобиты и др.) талые воды собираются путем сооружения плотин в оврагах. Нередко вода прорывает плотину или уходит под нее.

Еще в дореволюционное время земством, а в последние годы конторой Водстроя делались попытки проходки глубоких колодцев и бурения скважин с целью получения подземных вод. Некоторые из них увенчались успехом. Однако широкого развития эти работы не получили вследствие неизученности геологических и гидрогеологических условий района и значительной стоимости работ.

Геологические и гидрогеологические исследования, проведенные в последние годы объединением Молотовнефть, Молотовским государственным университетом и Уральским геологическим управлением, в настоящее время дают возможность осветить гидрогеологические условия района и наметить пути обеспечения населения водой для питьевых и хозяйственных целей.

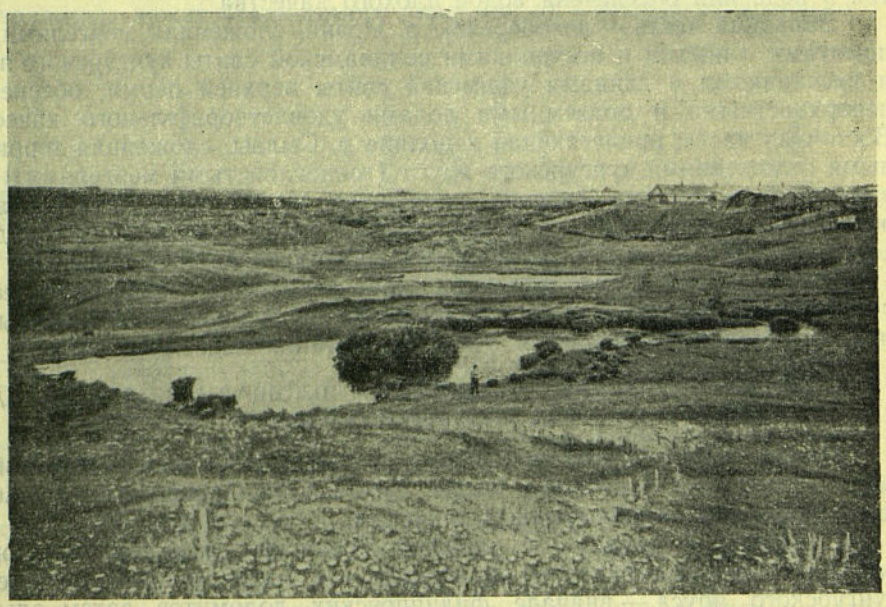


Рис. 4. Карстовое озеро в дер. Шляпниках

По геологическим, геоморфологическим и гидрогеологическим условиям на площади междуречья Сылвы и Ирени выделяются три зоны, вытянутые в меридиональном направлении: Центральная, Восточная и Западная.

Центральная зона представляет собой западную присводовую часть Уфимского вала, обозначенную на дневной поверхности выходами филипповских доломитов и доломитизированных известняков. Сюда же может быть отнесена и та часть территории, где ольховская брекчия покрывает филлипповские доломиты. Восточная зона, сложенная главным образом артинскими известняками, представляет собой восточное, более круто падающее крыло Уфимского вала. В западную зону выделена та часть западного крыла Уфимского вала, которая сложена гипсами и ангидритами иреньской свиты.

Центральная зона, сложенная доломитами и доломитизированными известняками филипповской свиты кунгурского яруса, прикрытыми в западной части ольховской брекчией, занимает в рельефе самое высокое положение с абсолютными отметками до 370—380 *м*. Характерной особенностью ее является отсутствие рек и источников. Лога и овраги в пределах этой зоны сухие, а источники и речки обычно появляются после выхода суходолов за ее пределы.

Пологопадающие слоистые мергелистые доломиты и доломитизированные известняки, развитые в этой зоне, обусловили возникновение вы-

равненных водораздельных пространств, местами покрытых маломощной толщей третичных и четвертичных элювиальных отложений. Литологический состав пород сказывается и на морфологии карстовых форм. Воронки Центральной зоны, сложенной известняками и доломитами, чаще имеют блюдцеобразную и чашеобразную форму, диаметр их 8—10 *м*, глубина 2—3 *м*. Песчано-глинистые отложения еще более сглаживают карстовый рельеф, заполняя глубокие карстовые воронки. Это часто приводит к закупорке отводящих воду трещин и понор и превращению воронок в карстовые озера.

В области развития ольховской брекчии рельеф также имеет сглаженный характер, хотя здесь уже появляются широко разветвленные овраги с редкими источниками и ручьями. Карстовые воронки неглубоки, встречаются редко, заполнены наносами. Это указывает на древность карстовых процессов и их затухание вследствие значительной выщелоченности пород.

С развитым в некоторых местах рыхлым элювием, а на склонах оврагов маломощным делювием связано образование грунтовых вод типа верховодки. Вода, поступая в элювиально-делювиальную толщу, обычно не дает источников, а только насыщает склон, в редких случаях заболачивая его. К такому типу вод относятся воды, вскрываемые колодцами в поселках Моргуново, Сабарка и некоторых других. Глубина этих колодцев весьма различна — от 1 до 22 *м*, дебит небольшой, колебания уровня воды в зависимости от времени года значительны.

Грунтовые воды (верховодка) в Центральной зоне не имеют широкого распространения, а приурочены к редким небольшим долинкам и оврагам. Поэтому основным источником водоснабжения для Центральной зоны следует считать карстовые воды, приуроченные к доломитам и доломитизированным известнякам филипповской свиты.

В Центральной зоне использование для водоснабжения подземных вод филипповских доломитов затрудняется глубоким залеганием водоносного горизонта. Так, на севере в ядре антиклинали, в скважинах, пробуренных в дер. Голдырях, уровень воды оказался на глубине 76 *м*, а в скважине на ферме в дер. Подъельничной — на глубине 81 *м*. Южнее, в дер. Ковалево уровень воды в доломитах находится на глубине 37 *м*. Скважины в дер. Озерках вскрыли воду доломитов с установившимся уровнем на глубине 68—74 *м*; в дер. Ключиках вода была вскрыта на глубине 42 *м*, уровень установился на глубине 35 *м*. На такой же глубине была вскрыта вода в этой деревне двумя глубокими колодцами. В дер. Яньчика уровень воды в скважине установился на глубине 37—38 *м*. Еще южнее, на ферме Брёховской МТФ, уровень воды в скважине — на глубине 60 *м*. И, наконец, на юге описываемой зоны в скважине на четвертом отделении совхоза Тюш и в колодце на втором отделении этого же совхоза уровень воды стоит на глубине 40—44 *м*.

Схема образования и распределения карстовых вод на описываемой территории представляется в следующем виде: атмосферные осадки, выпадая на поверхность трещиноватых филипповских доломитов и ольховской брекчии, не встречая водоупора, свободно фильтруются в глубь массива по трещинам и понорам. На глубине в толще филипповских доломитов и нижележащих артинских известняков образуются потоки, направленные от водораздела на запад и восток. На востоке поток имеет разгрузку на восточном склоне Уфимской антиклинали в долинах рек Сылвы, Иргины в виде источников, которые будут описаны ниже.

На западе подземный поток карстовых вод филипповских доломитов имеет разгрузку в виде источников и карстовых рек, несущих воду в р. Ирень. В Центральной зоне, где уровень подземных вод залегает глубоко, только в нескольких глубоких долинах, прорезающих ольховскую брекчию (реки Б. Телёс и М. Телёс), имеются большие источники из доломитов. В связи с этим необходимо отметить, что ольховская

брекчия является только фильтром, свободно пропускающим воду (при мощности ольховской брекчии 15—25 *м*, глубина уровня воды в скважинах и колодцах, как было показано выше, находится ниже ее подошвы).

Водоносный горизонт трещинно-карстовых вод филипповских доломитов и нижележащих артинских известняков является для Центральной зоны единственным надежным источником водоснабжения сельскохозяйственных предприятий, колхозных поселков, животноводческих ферм. Филипповские доломиты вследствие их трещиноватости и большого площадного распространения отличаются значительной водоносностью. Запасы воды в них велики и могут полностью обеспечить потребности сельского хозяйства района.

Качество воды водоносного горизонта в филипповских доломитах вполне удовлетворительное. Общая минерализация воды обычно менее 1 *г/л*, в редких случаях она доходит до 1,5—2 *г/л*, жесткость от 10 до 30°, редко больше. По составу в воде иногда преобладают гидрокарбонаты кальция и магния, иногда сульфаты кальция и магния, что, повидимому, связано с выщелачиванием гипса из ольховской брекчии.

Водообильность и качество воды водоносного горизонта филипповских доломитов показывают приведенные ниже данные по источникам (табл. 1), буровым скважинам и колодцам (табл. 2).

Таблица 1

Место выхода источника	Дебит *л/сек*	Температура град.	Минерализация *г/л*	Содержание сульфатов *г/л*	Жесткость град.	Качество воды
С. Орда, Ординский район. Группа источников в долине рч. Ординки	От 0,01 до 24 Общий 50	5—10	1—1,4	0,1	13	Маломинерализованная, без запаха
С. Медянка. Уинский район. В пойме рч. Медянки	От 1 до 25 Общий 35	5—6	1,1	—	11	То же
Дер. Иштеряки, Уинский район. На берегу р. М. Телёс	30	6	—	—	—	Пресная, без запаха
Там же	50	6	—	—	—	То же
С. Богородское. Щучье-Озерский район. На левом берегу рч. Арий	5	5	0,8	0,17	25	„ „
Дер. Горны. Щучье-Озерский район	18	5,5	—	—	—	„ „

Приведенные в табл. 1 и 2 данные показывают, что в Центральной зоне, на площади, где доломиты и доломитизированные известняки филипповской свиты выходят на поверхность или лежат неглубоко под толщей ольховской брекчии, колхозные поселки, фермы и другие селькохозяйственные предприятия могут быть обеспечены питьевой и хозяйственной водой удовлетворительного качества. Для этого необходимо бурение скважин глубиной от 60 до 100 м, в зависимости от глубины уровня подземных вод в доломитах и рельефа.

При этом следует предостеречь от большого углубления скважин в нижележащие артинские известняки, так как в случае встречи битуминозных известняков не исключается возможность вскрытия подземных вод, зараженных сероводородом. Примером этого может служить скважина, пройденная в 1955 г. Уральским геологическим управлением на

ферме в с. Богородском. Глубина этой скважины 98 *м*. С 74 до 98 *м* она пересекла доломиты, переслаивающиеся с битуминозными известняками; с 85 *м* известняки были окремнелые и содержали обильную фауну. Вода оказалась с сильным запахом сероводорода. Уровень воды находился на глубине 32 *м*. Тампонаж глиной интервала 70—98 *м* не дал хороших результатов. Откачка после тампонажа показала, что дебит скважины был 1 *л/сек* при понижении уровня на 0,5 *м*, но качество воды

Таблица 2

Местоположение скважины, колодца	Интервал вскрытия водоносного горизонта *м*	Статический уровень воды *м*	Дебит *л/сек*	Понижение уровня *м*	Качество воды
Дер. Голдыри. Кишертский район	Известняки доломиты, от 1 до 119	76	0,7	Не понизился	Хорошее. Минерализация 0,8 *г/л*, жесткость 23°
Дер. Подъельничная. Ферма	94	81	1,1	Неизвестно	Жесткость 17°
Дер. Озерки. Ординский район	Доломит с 82 до 122	70	0,9	Не понизился	Хорошее
Дер. Ключики	Доломит и известняк с 35 до 85	35	1,3	0,15	Минерализация 0,5 *г/л*, жесткость 17°
Дер. Яньчики	Доломит 68	38	Не опробована		Хорошее
Брёховская МТФ	Доломит 65	60	Воды достаточно		Хорошее. Минерализация 0,5 *г/л*, жесткость 16°
Четвертое отделение совхоза Тюш	Известняк с 29 до 60	40	1,2	Неизвестно	Минерализация 1,3 *г/л*, жесткость 34°
Второе отделение совхоза Тюш (колодец)	46	44		Сведений нет	

не улучшилось — она сильно пахла сероводородом. В то же время в источниках по р. Арий и в колодцах с. Богородского, пройденных в доломитах, вода хорошая, без запаха.

Следует также предупредить, что вследствие большой глубины уровня подземных вод в доломитах требуется хорошее оборудование скважин. Необходимы хорошие поршневые насосы с прочными хорошо соединенными штангами и крепкие водоподъемные лебедки, так как наблюдаются частые обрывы штанг и поломки лебедок. Еще лучше было бы оборудование скважин небольшими артезианскими насосами (типа ВАН).

Восточная зона (зона выходов артинских известняков) представляет собой узкую полосу на восточном, более крутом крыле Уфимского вала. В глубоких долинах рек Сылвы, Кишертки, Иргины, Шуртана обнажаются известняки артинского возраста.

Начиная с работ В. А. Варсонофьевой (1913) вплоть до конца 40 годов на геологических картах вдоль восточного крыла Уфимского вала проводилась линия сброса через деревни В. Ключи, В. Суксун, Опалиху и далее через дер. Дикое озеро. Сброшенным считалось восточное крыло с амплитудой около 100—200 *м*.

В последнее время некоторые геологи (Р. П. Калинин, Б. И. Грайфер, Р. А. Зуева) пришли к выводу, что бесспорных доказательств наличия здесь сброса нет, а ненормальность контакта пород по этой линии объясняется широким развитием карста и сменой фаций кунгура. Действительно, вдоль линии предполагаемого сброса увеличивается количество и размеры карстовых воронок (рис. 5). Особенно боль-

шое развитие карста наблюдается в районе деревень Дикое озеро и Мазуевка (рис. 6). Около дер. Дикое озеро имеется громадный провал, на дне которого образовалось моховое болото.

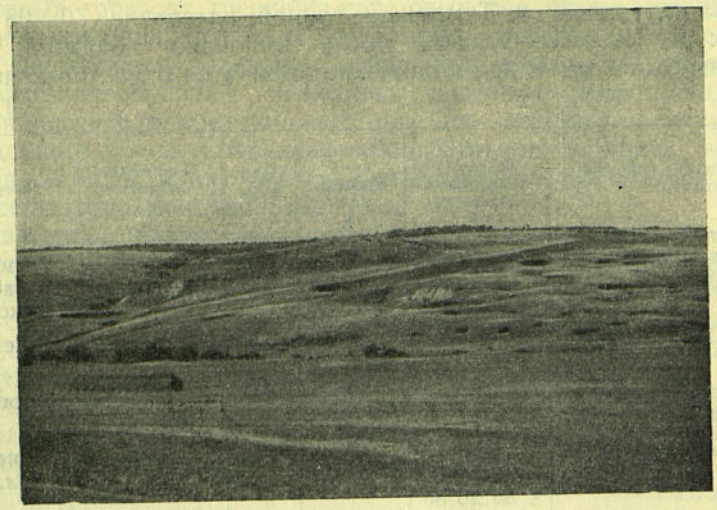


Рис. 5. Карстовый рельеф

Восточная зона в основном является зоной разгрузки карстовых вод, собираемых филипповскими доломитами и артинскими известняками на обширных водораздельных пространствах ранее описанной Центральной

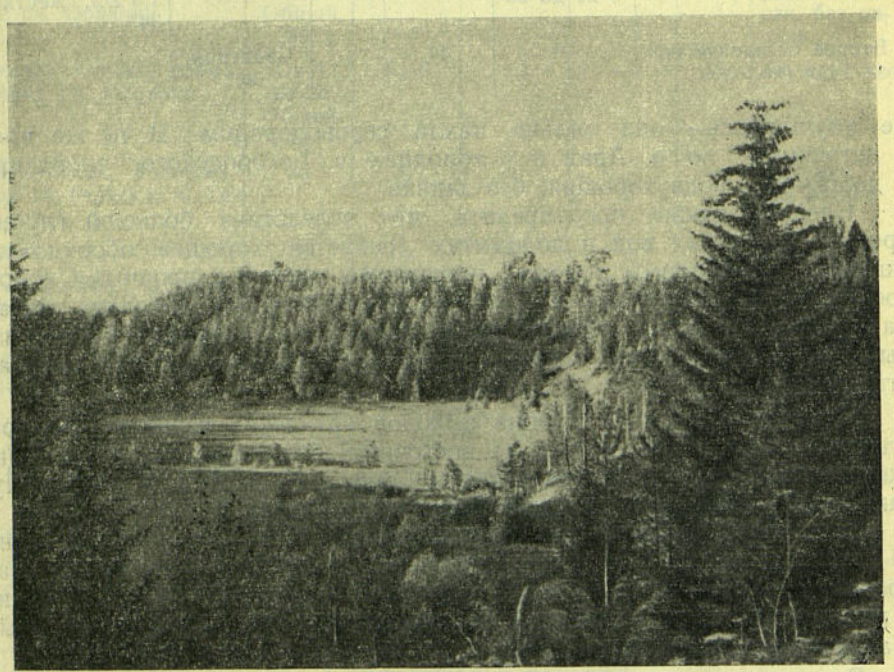


Рис. 6. Карстовая воронка у дер. Дикое озеро

зоны. Ряд мощных источников выходит вдоль этой зоны в долинах рек Кишертки, Суксунчика, Иргины, Шуртана. Большинство их имеют хорошую, но довольно жесткую воду.

Ниже в табл. 3 приводятся сведения о наиболее характерных источниках Восточной зоны, выходящих из артинских известняков.

Таблица 3

Местоположение источника	Дебит *л/сек*	Температура воды град	Содержание		
			минерализация *г/л*	сульфатов *г/л*	жесткость град.
с. Низкое. Кишертский район . . .	5	5	1,3	0,9	71
Суксунский район. На правом берегу рч. Суксун	50	8			
В 2 *км* от с. В. Суксун. Суксунский район. На правом берегу рч. Суксунчика	10		1,4	0,7	28
дер. Большие Ключи. Суксунский район. Около тракта	25	7,5	1,3		
Там же	16	7,5			
Дер. Шуртан. Красноуфимский район. На правом берегу р. Шуртана . .	2	5	1,2	0,4	23
Хутор Новосельский. Красноуфимский район	10	7	0,4	0,2	9

Скважины и колодцы, пройденные в этой зоне в артинских известняках, показывают значительную водообильность их и такое же количество воды, как и в источниках (табл. 4).

Таблица 4

Местоположение скважины, колодца	Порода	Глубина *м*	Глубина статического уровня *м*	Дебит *л/сек*	Понижение уровня *м*	Качество воды
Дер. Сабарка. Суксунский район	Известняк	58	23	22	Неизвестно	Минерализация 1,2 *г л* жесткость 13,8°
с. В. Ключи. Суксунский район	То же	257	Самоизлив при откачке	12 27	3,1	Минерализация 0,8 *г/л* жесткая, преобладают гидрокарбонаты кальция и магния
Дер. Мешкино. Красноуфимский район	„ „	66	37	1	Неизвестно	Хорошее
с. Н. Ирга	„ „	2,7	2,3	—	—	Минерализация 1,2 *г/л* жесткость 55°

В поселках Суксуне и В. Ключах в долинах рек Суксунчика и Иргины из артинских известняков выходят сероводородные источники. Выходы минеральных сероводородных источников в В. Ключах приурочены к подножью горы Городища, представляющей собой риф нижнепермского возраста. Эти источники используются в лечебных целях с 1928 г. В настоящее время в В. Ключах действует большой курорт. Сероводородные минеральные воды поступают из буровых скважин. Минеральный сероводородный источник в пос. В. Суксуне, по данным химического анализа 1952 г., имеет следующий состав воды (в *г/л*).

Общая минерализация	$Na^{'}+K^{'}$	$Ca^{''}$	$Mg^{''}$	$Cl^{'}$	$SO_4^{''}$	$HCO_3^{''}$	H_2S
2,24	0,12	0,45	0,06	0,01	1,26	0,34	0,003

В 1952—1953 гг. Уральской гидрогеологической экспедицией на курорте В. Ключи были пробурены 4 буровых скважины. Из них две скважины — № 1 глубиной 223,6 *м* и № 3 глубиной 500 *м* вскрыли минеральную сероводородную воду бальнеологического значения. Скважины прошли по известнякам нижнепермского возраста, среди которых встречены небольшие слои мергеля и песчаника и включения гипса в виде прожилков и гнезд. Известняки местами содержат обильную фауну брахиопод и кораллов; местами встречены слои битуминозных известняков.

Вода из скважины № 1 начала изливаться с глубины 24,85 *м*. При глубине 144 *м* дебит скважины при самоизливе был 23 *л/сек*. После крепления скважины обсадными трубами и достижения глубины 223 *м* дебит скважины был при самоизливе 9 *л/сек*. Общая минерализация воды из скважины № 1 колебалась в пределах 2,15—3,99 *г/л*, содержание H_2S при глубине 223 *м* — 0,165 *г/л;* вода по составу сульфатно-хлоридно-натриево-кальциевая.

Особенно интересно изменение минерализации воды в скважине № 3 по мере ее углубки. В интервале глубин 64—80 *м* вода имела минерализацию до 1,28 *г/л* и по составу солей была гидрокарбонатно-кальциевая; в интервале 80—360 *м* минерализация повысилась до 1,66 *г/л*, причем в воде стало много сульфатов и магния. На глубине 364 *м* минерализация достигла 5,98 *г/л*, а в составе солей стал преобладать Cl (до 3 *г/л*). На глубине 460 *м* минерализация воды оказалась 19,97 *г/л*, вода по составу хлоридно-натриевая, содержание сероводорода 0,647 *г/л*. При глубине 358 *м* вода из скважины изливалась в количестве 18 *л/сек*. После обсадки труб до глубины 118 *м* самоизлив уменьшился до 2,5 *л/сек*. Откачка при глубине 384 *м* показала дебит 8 *л/сек* при понижении уровня на 2,3 *м*.

К. А. Костина и А. А. Хмелевский (1952) на В.-Ключевском курорте выделяют 4 типа вод в нижнепермских отложениях, в зависимости от глубины их вскрытия:

1. Известковые гидрокарбонатно-кальциевые воды (в источниках на берегу р. Иргины и в скважинах № 1, 2, 3, 4)

$$M_{0,5}\,\frac{HCO^3_{95}}{Ca_{56}Mg_{36}};$$ жесткость 22°.

2. Сульфатно-кальциевые (гипсовые) воды (скважина № 2 на глубине 60—75 *м* и источник у подножья горы Городище)

$$M_{2,3}\,\frac{SO^4_{83}}{Ca_{76}}.$$

3. Сульфатно-хлоридно-кальциево-натриевые воды (гипсовосоленые) на глубине более 100 *м*

$$M_5\,\frac{SO^4_{48}\,Cl_{45}}{Na_{47}Ca_{27}Mg_{27}};\ H_2S\ 0{,}142—0{,}188\ г/л.$$

4. Хлоридно-натриевые (или соленые) воды (скважина № 3 на глубине более чем 300 *м*).

$$M_{20}\,\frac{Cl_{84}}{Na_{81}};\ H_2S\ 0{,}647\ г/л.$$

К. А. Костина и А. А. Хмелевский считают хлоридно-натриевые воды погребенными рассолами, находящимися в зоне затрудненного водообмена.

Образование сероводорода В. В. Эпштейн и Г. М. Китаева (1949) объясняют биохимическими процессами, происходящими в битуминозных известняках по схеме:

$$CaSO_4 + C = CaS + 2CO_2 \text{ и } CaS + CO_2 + H_2O \rightarrow CaCO_3 + H_2S.$$

По обеспечению водой сельскохозяйственных предприятий и колхозных поселков Восточная зона находится в благоприятных условиях. Водоносный горизонт в артинских известняках при вскрытии его колодцами и неглубокими скважинами вполне обеспечивает потребности водой удовлетворительного качества.

Следует подчеркнуть глубокое залегание уровня воды в северной части зоны на возвышенностях к западу от поселков Советного, Киселево. Вода вскрывается здесь на глубине 60—70 *м* на контакте филипповских доломитов и артинских известняков (Киселевская ферма колхоза им. Кирова).

Западная зона представляет собой западное крыло Уфимского вала, сложенное толщей сульфатных и карбонатных пород иреньской

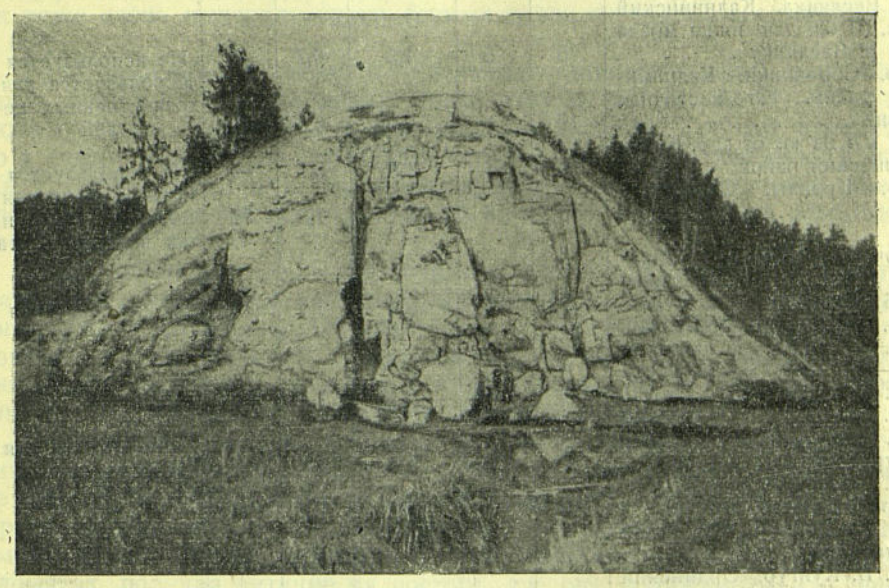


Рис. 7. Речка Судинка теряется в гипсах

свиты мощностью 117—150 *м*, ниже которых скважинами вскрываются доломиты филипповской свиты, а под ними артинские известняки.

Классические обнажения пород иреньской свиты можно наблюдать по берегам р. Ирени и ее правых притоков.

В рельефе местности на первое место выступают карстовые формы. Густая сеть карстовых воронок различной формы протягивается в меридиональном направлении. Плотность воронок доходит до нескольких сот на 1 $км^2$ (поселки Павлово, Климиха, Губаны, Опачевка). Склоны воронок чаще крутые, с обнажениями гипсов и ангидритов. Очень часто склоны основной воронки осложнены большим количеством мелких воронок. Так, в дер. Захаровке на склонах основной карстовой воронки насчитывается до 30 более мелких воронок. Характерными являются воронки конусовидные, глубиной до 10 *м*, диаметром 30—40 *м*.

Во многих воронках образовались озера. Часто такие озера создаются населением путем тампонирования щелей и понор. С движением на запад глубина воронок увеличивается. В области развития иреньских пород можно выделить полосу меридионального направления, где интенсивность карстовых процессов наибольшая. Она проходит через деревни Бурмасы, Хорьки, Климиху, Губани, Опачевку, Чураки, Луговую, Телёс, Басино.

В западной зоне имеется ряд небольших рек, притоков р. Ирень, постоянно несущих воду (реки Кунгур, Судинка. Телёс и другие). Некоторые мелкие речки на отдельных участках имеют подземное течение (Тураевка, Ясыл, Арапов ключ и др.).

Довольно распространенной формой рельефа в западной части являются слепые овраги и долины, иногда в них наблюдаются речки, текущие только периодически. На обнаженных склонах вследствие поверхностного химического выветривания карстующихся пород образуются карры или шратты. Их можно наблюдать по склонам реки Кунгура

Таблица 5

Местоположение источника	Дебит *л/сек*	Температура град.	Минерализация (сумма солей) *г/л*	Содержание сульфатов *г/л*	Жесткость град.	Примечание
С. Веслянка. Калининский район. В 0,5 *км* ниже моста через р. Веслянку	5	5	1,5	0,7	40	Не используется
Дер. Сороковки. Калининский район. Юго-восточная окраина	10	5	2,0	0,9	80	Используется для хозяйственных целей
В 1 *км* на юг от дер. Ключ. Калининский район	6	6	1,6	0,7	—	Не используется
Дер. Курилы, Ординский район	18	6	2,2	1,3	77	Используется для питьевых целей и для водопоя скота
Уроч. Матвеевка. Ординский район. В 1,5 *км* ниже дер. Бурмасы	2	12	3,4	2,1	76	Не используется
Дер. Подзуево. Ординский район. Группа источников в 150—350 *м* от моста вверх по рч. Кунгурке	220	5—6	2,3	1,4	54	
Дер. Захаровка. Ординский район. На левом берегу рч. Тураевки	30	5	3,0	1,8	100	Используется для питья и полива
Дер. Павловское. Ординский район. Около фермы	40	5	3,0	1,8	110	—
Там же. 1400 *м* вверх по рч. Тураевке	40	5	—	—	—	—
Дер. В. Кунгур. Ординский район	8	5	—	—	—	—
Дер. Арсеновка. Ординский район. Группа источников	30	7	—	—	—	Используется для питья и полива
Дер. Чураки. Ординский район. Ручей из нескольких источников (у выхода)	98	4,5	Вода жесткая			
Дер. Бикбай. Уинский район. Левый берег р. М. Тарт	25	6	1,6	0,8	65	—
Дер. Чайка. Уинский район. В 800 *м* от впадения в Ирень рч. Истока	40	10	2,2	0,9	91	—
Правый берег р. Ирени. Уинский район. В 800 *м* от устья р. Куряса	5	6,5	0,7	0,2	56	Выделяется сероводород
У МТФ, колхоз „Урожай". Уинский район. Правый берег р. Ирени	10	—	1,3	0,8	57	—

на участке между селами Ордой и В. Кунгуром, по р. В. Телёс против с. Воскресенского, в долине рч. Опачевки и т. д.

Большая площадь Западной зоны вследствие сильной закарстованности пород и очень слабого наклона поверхности к р. Ирени поглощает значительное количество атмосферных осадков. Проникая в толщу иреньских пород, поверхностные воды образуют карстовые водоносные горизонты с общим уклоном на запад к долине р. Ирени. Они дренируются глубокими долинами р. Ирени и ее притоков, давая начало многочисленным большим и мелким источникам.

Большие источники с общим дебитом 220 *л/сек* вытекают из толщ иреньских пород в долине р. Кунгура в дер. Подзуево и в долине рч. Чураки; в долине р. Ирени большие источники наблюдаются у селений Курилы, Павловского, Чайки, Бикбая и др.

Вода в этих источниках отличается большой жесткостью (иногда более 100°), связанной с высоким содержанием сульфатов (табл. 5).

Река Ирень, ее правые притоки и некоторые карстовые озера имеют сильно минерализованные жесткие воды. Так, например, проба воды из р. Кунгура (дер. В. Кунгур) показала общую минерализацию воды 3 *г/л*, содержание SO_4 1,6 *г/л*, жесткость 52°. Минерализация воды в озере в дер. Белое озеро доходит до 2,4 *г/л* с содержанием SO_4 1,5 *г/л*.

Колодцы вскрывают карстовые воды в толщах иреньских сульфатных пород обычно на глубине до 10—12 *м*, редко глубже. Вода в колодцах тоже очень минерализована (сумма солей от 1 до 3 *г/л*, жесткость до 60°).

Грунтовые воды в элювиально-делювиальных отложениях, встречающихся иногда на склонах долин, более мягкие (жесткость 10—20°), но также содержат значительное количество сульфатов. Следует отметить, что к северу и к югу от пос. Павловского имеются два небольших участка, где иреньские гипсы перекрыты соликамскими отложениями; здесь в песчаниках имеются грунтовые воды, которые используются для водоснабжения.

Таким образом, в западной зоне, в области развития гипсов и ангидритов иреньской толщи как поверхностные воды, так и подземные воды, приуроченные к породам иреньской толщи, отличаются большой минерализацией и очень большой постоянной жесткостью. Они широко используются населением для питьевых и хозяйственных целей, так как в большинстве поселков других источников водоснабжения нет.

В последние годы на площади распространения пород иреньской свиты началось бурение скважин с целью получения более мягкой и менее минерализованной воды из нижележащих филипповских доломитов. В ряде случаев это бурение дало хорошие результаты. Филипповские доломиты полого падают на запад. Поток подземных вод в филипповских доломитах, получая питание на востоке, где они обнажаются или перекрыты ольховской брекчией, двигается на запад.

Водоносный горизонт в доломитах вскрыт в 1954—1955 годах скважинами Уральского геологического управления в деревнях Рубежево, Грибаны, Шляпниках, Починках, Паньково. В табл. 6 приводятся данные по этим скважинам.

Приведенные данные показывают, что в некоторых случаях удается обсадкой труб изолировать водоносный горизонт филипповских доломитов от жестких вод в вышележащих гипсах и получить более хорошую мягкую воду. Так это было в деревнях Шляпниках и Рубежево (обе эти деревни находятся недалеко от восточной границы распространения пород иреньской свиты с небольшой мощностью толщи сульфатных пород).

Западнее вследствие большой мощности толщи гипсов и тесной взаимосвязанности водоносных горизонтов в иреньских гипсах и в филипповских доломитах и смешения вод не удается получить более мягких вод из филипповских доломитов (как это случилось в дер. Грибанах).

В тех случаях, когда под толщей гипсов на небольшой глубине вскрываются битуминозные известняки, происходит, повидимому, отмеченный ранее процесс образования сероводорода.

Бурение и опробование гидрогеологических скважин в полосе распространения пород иреньской свиты продолжается. Ставится задача обеспечения водой таких поселков, которые в настоящее время снаб-

жаются талой и дождевой водой из карстовых воронок (дер. Паньково, Поляки и др.).

В процессе этих работ должны быть выяснены неясные пока вопросы о возможности получения более мягких вод из прослоев известняков среди гипсов (тюйская пачка), о качестве вод в филипповских доломитах и др.

Пока для восточной части полосы иреньской толщи можно рекомендовать бурение скважин до доломитов и тщательное изолирование

Таблица 6

Местоположение скважины	Глубина *м*	Литологический состав	Глубина статического уровня *м*	Дебит *л/сек*	Понижение уровня *м*	Качество воды
Дер. Рубежево, Ординский район	93	Брекчия и гипсы до 41 *м*, доломиты с 41 *м*	36	0,9	Не понизился	Минерализация 1,3 *г/л*, жесткость 54°
Дер. Грибаны, Ординский район	134	Гипсы до 100 *м*, доломиты до 134 *м*	34	Не опробована		Жесткая
Дер. Шляпники, Ординский район	111	Гипсы до 50 *м*, доломит и известняки до 111 *м*	40	2,5	1,3	Минерализация 0,8 *г/л*, жесткость 29°
Дер. Починки, Ординский район	123	Гипс до 93 *м*, доломиты до 112 *м*; битуминозный известняк до 118 *м*, доломит до 123 *м*	65	Не опробована		С сероводородом (скважина закреплена трубами до 100 *м*, затампонирована глиной в интервале 112—123 *м*)
Дер. Паньково, Ординский район	140	Гипсы до 98 *м*, доломит до 130 *м*, битуминозные известняки до 140 *м*	45	Не опробована		Жесткая, с запахом сероводорода

гипсовых вод путем хорошей обсадки скважин трубами. Не рекомендуется бурить глубоко в доломитах, во избежание вскрытия битуминозных известняков с сероводородными водами.

В западной части полосы (правобережье Ирени), где мощность толщи гипсов велика, единственным источником водоснабжения могут быть пока воды в иреньской толще, которые можно вскрывать неглубокими скважинами.

ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ЛЕВОБЕРЕЖЬЯ р. ИРЕНИ

Река Ирень течет с юга на север по территории Щучье-Озерского, Уинского, Ординского и Калининского районов. Водораздельное пространство к западу от реки сложено мергелями, доломитами, глинами и песчаниками соликамской свиты и красноцветными глинами и песчаниками уфимской свиты.

Карстовые явления на левобережье Ирени наблюдаются только вдоль ее долины, где местами выходят обнажения иреньской свиты. Довольно большое количество мелких речек и ручьев — левых притоков р. Ирени собирают воду с водораздельных площадей к западу от этой реки. Наиболее крупные из них: Бым, Юг, Карьевка, Б. Ашап, М. Ашап, Сып, Аспа, Б. Тарт, М. Тарт. Все эти реки несут воду удовлетворительного качества — мягкую и средней жесткости. Для характеристики воды в этих реках приводятся следующие данные (табл. 7).

Все колхозные поселки на левобережье Ирени расположены, как правило, или в долине р. Ирени, при впадении в нее мелких речек и

Таблица 7

Место взятия пробы	Общая минерализация г/л	Содержание сульфатов г/л	Жесткость град.
Река Бымок, 20/VII 1954 г.	2,0	1,1	54
Река Карьевка, 19/VII 1954 г.	1,1	0,6	23
Река Исток, 20/VII 1954 г.	0,9	0,4	27
Река Сып, 26/VIII 1954 г.	0,4	0,1	19
Река Б. Уя, 30/VIII 1954 г.	0,6	0,2	—

ручьев, или выше по течению речек и обеспечиваются водой из этих речек и водой из колодцев. Из отложений уфимской и соликамской свит выходит в долинах рек и в оврагах довольно много источников. В большинстве случаев источники приурочены к выходам песчаников, заключающих в себе водоносные горизонты, изолированные слоями мергелей и глин. Дебиты источников незначительны, в большинстве случаев от 1 до 2—3 *л/сек*. Вода хорошего качества.

Многочисленные колодцы, пройденные в поселках, вскрывают воду в уфимских и соликамских отложениях на небольшой глубине (обычно до 5 *м*), в редких случаях на глубине 5—10 *м*. Значительное количество колодцев пройдено в аллювиальных отложениях рек. Качество воды в большинстве случаев хорошее.

Аллювиальные отложения рек, впадающих в р. Ирень с запада, питаясь водой за счет инфильтрации атмосферных осадков и подземного стока уфимских и соликамских отложений, имеют воду хорошего качества. Можно предполагать, что вода аллювия р. Ирени также хорошего качества на тех участках, где он питается стоком с западного склона долины. Это подтверждается анализом воды некоторых колодцев в поселках, расположенных в долине Ирени на ее левом берегу.

Ниже приводятся некоторые характерные данные по источникам и колодцам левобережья р. Ирени.

Таблица 8

Местоположение источника, колодца	Дебит л/сек	Температура град.	Минерализация г/л	Содержание сульфатов г/л	Жесткость град.
Дер. Кособаново. Калининский район. Из песчаника (P_2^{kz})	1	17	—	—	11
В 700 *м* от устья рч. Бымок. Калининский район. Из песчаников, переслаивающихся с глинистыми сланцами	1	7	—	—	—
Дер. Бажуки. Ординский район. Группа источников	2	6	—	—	19
В 4 *км* к западу от с. М. Ашап. Ординский район	1,8	12	—	—	14
Дер. Сыпь. Уинский район	1	9	0,5	—	18
Дер. Ивановка. Уинский район. Из песчаников (?)	8	4	0,5	—	22
Дер. Чесноковка. Уинский район	1	8	0,8	0,4	18
Дер. Кочешевка. Уинский район	2	—	0,5	0,18	19
Дер. М. Тарт. Уинский район	1,5	6	1,1	0,8	15
Дер. Кособаново. Калининский район (колодец)	—	—	1,5	0,7	—
Дер. Ивановка 2. Уинский район (колодец)	—	—	0,6	—	18
Дер. Богомоловка. Уинский район (колодец)	—	—	0,5	—	19
Дер. Малиновка. Уинский район (колодец)	—	—	1	0,4	34

Таким образом, можно считать, что район левобережья р. Ирени обеспечен водой для питьевых и хозяйственных нужд населения и для водопоя скота за счет ресурсов небольших рек, собирающих воду

с водораздельных пространств к западу от Ирени, а также за счет источников и неглубоких колодцев в отложениях уфимской и соликамской свит и в аллювиальных отложениях.

Для улучшения водоснабжения колхозных поселков и сельскохозяйственных предприятий здесь необходимы только мероприятия по устройству хороших каптажей, искусственных водоемов (запруд), по механизации подъема воды и мерам санитарной охраны источников водоснабжения.

ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ РАЙОНА, ПРИЛЕГАЮЩЕЙ К ДОЛИНЕ р. СЫЛВЫ (ВОДЫ В ТЕРРИГЕННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ P_1kg)

В крайне восточной части обследованной территории водоснабжение населенных пунктов и колхозных ферм основано на использовании поверхностных вод р. Сылвы и ее притоков, подземных вод мергельно-песчаной толщи кунгурского яруса и вод аллювиальных отложений, вскрываемых колодцами.

Недостатка в воде не ощущается, но иногда наряду с хорошими по качеству гидрокарбонатными водами встречаются источники и колодцы с минерализованной водой, поступающей с больших глубин. Минерализация происходит за счет выщелачивания прослоев и гнезд гипсов, ангидритов и каменной соли. Некоторые данные по источникам и колодцам в области распространения терригенных отложений кунгурского яруса приводятся в табл. 9.

Таблица 9

Местоположение источника, колодца	Глубина *м*	Глубина уровня воды *м*	Дебит *л/сек*	Температура град.	Минерализация *г/л*	Содержание сульфатов *г/л*	Жесткость град.
Дер. Гусельниково, Кишертский район. Правый берег реки Сылвы, источник из песчаников	—	—	3	5	—	—	8
Дер. В. Седа, группа источников из песчаников	—	—	3	5—6	1,1	—	29
Дер. Лек, несколько источников	—	—	2	5	—	—	13
Дер. Макарята, колодец	6,3	5,7	—	5	0.5	—	33
Дер. Лапайха, колодец в 100 *м* от Сылвы	6,5	6,0	—	5	—	—	14
Дер. Лек, колодец	17	16,5	—	5	1,2	—	—
Дер. Красный Яр, источник в основании пойменной террасы на берегу реки Сылвы	—	—	0,67	6,8	Вода соленая с запахом H_2S		

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Из всех обследованных районов, входящих в пределы северной части Уфимского плоскогорья, наибольшие трудности в вопросах водоснабжения испытывают те колхозы Ординского, Уинского, Суксунского и Щучье-Озерского районов, которые расположены на водораздельных площадях рек Сылвы и Ирени, сложенных доломитами и доломитизированными филипповскими известняками, ольховской брекчией и толщами иреньских гипсов и ангидритов.

В результате обследования и буровых гидрогеологических работ установлено, что на площади, сложенной филипповскими доломитами и ольховской брекчией, колхозы могут быть обеспечены водой путем использования для водоснабжения подземных вод горизонта филипповских доломитов. Все пробуренные скважины имеют достаточный дебит и дают воду удовлетворительного качества.

В полосе, сложенной иреньскими толщами, колхозные поселки и фермы в большинстве случаев могут быть обеспечены только значительно минерализованной жесткой водой с большим содержанием сульфатов.

В некоторых случаях, в восточной части полосы возможно получение более мягких, менее минерализованных вод путем бурения скважин до вскрытия филипповских доломитов, залегающих под иреньской толщей, но в этом случае могут иногда быть вскрыты битуминозные породы, присутствие которых неизбежно вызывает насыщение вод сероводородом.

Левобережье р. Ирени и крайняя восточная часть района, прилегающая к р. Сылве, могут быть обеспечены водой за счет поверхностных и подземных вод.

ЛИТЕРАТУРА

Апродов В. А. Особенности карстообразования Молотовской области. Тезисы докладов Молотовской карстовой конференции, 1947.

Варсанофьева В. А. О карстовых явлениях в северной части Уфимского плоскогорья. Землеведение, т. 20, кн. 3, 1913; т. 22, кн. 4, 1915; т. 3, кн. 3—4, 1916.

Герасимов Н. П. Карстовые брекчии северной части Уфимского плато. Тезисы докладов Молотовской карстовой конференции, 1947.

Голубева Л. В. О плотности карстовых воронок в различных геоморфологических условиях. ДАН СССР, т. 20, № 1, 1953.

Голубева Л. В. Карстовые явления окрестностей с. Павлово, Ординского района, Молотовской области. Уч. зап. Молотовского ун-та, т. 9, вып. 1, 1955.

Каширцев А. С. К вопросу о тектонике верхнепалеозойских образований Кунгурского и Кишертского районов. Тр. ЕНИ при Молотовском гос. ун-те, т. 10, вып. 2, 1948.

Круглов М. В. Геологическая карта района Суксунского завода. Тр. ВГРО, вып. 279, 1933.

Мазур Г. А. О подземных водах и водоснабжении населенных пунктов Молотовского Прикамья. Уч. зап. Молотовск. гос. ун-та, вып. 13, 1954.

Максимович Г. А. Минеральные воды и грязи Молотовской области. Народнохоз. пробл. Молотовской обл., т. 1, 1949.

Наливкин В. Д. Фации и геологическая история Уфимского плато и Юрезано-Сылвенской депрессии. Гостоптехиздат, 1950.

Плоснин К. П. Карстовые явления в южной части Ординского района Молотовской области. Тезисы докладов Молотовской карстовой конференции, 1947.

Силин-Бекчурин А. И. Формирование подземных вод северо-востока Русской платформы и западного склона Урала. Тр. лабор. гидрогеол. проблем, т. IV, изд. АН СССР, 1949.

Софроницкий П. А., Трифонова Н. А., Мельник И. М. Изменение взглядов на геологическое строение Молотовского Прикамья. Нефт. хозяйство, № 3, 1955.

Чочиа Н. Г. Тектоническое строение Уфимского плато по новым данным. ДАН, т. 49, № 3, 1945.

М. О. КЛЕР

ПОИСКОВЫЕ ПРИЗНАКИ НА ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ УРАЛА

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ РАЙОНЫ ВОСТОЧНОГО СКЛОНА УРАЛА И ЗАУРАЛЬЯ

Настоящая статья имеет целью помочь геологам-полевикам, работникам водного хозяйства и руководителям сельскохозяйственных предприятий в выборе мест заложения колодцев и буровых скважин. Дело касается наиболее нуждающихся в воде районов Свердловской, Тюменской, Челябинской, Курганской областей.

В связи с развитием сельского хозяйства и организацией новых крупных совхозов и животноводческих ферм в ряде районов перечисленных выше областей закладывается много колодцев и буровых скважин. Чтобы эта работа была эффективна, необходимо при выборе мест для бурения использовать поисковые признаки на подземные воды.

Поисковыми признаками на подземные воды являются формы рельефа земной поверхности, а также геологические и гидрогеологические показатели. Среди последних наиболее важны: 1) литологический состав и условия залегания горных пород; 2) степень трещиноватости и выветрелости пород, характер элювия и делювия этих пород и их мощность; 3) наличие или отсутствие карста, эрозионная активность поверхностных вод; 4) близость открытых водоемов; 5) наличие источников, колодцев, скважин и опыт их использования; 6) химические, температурные, вкусовые и другие свойства имеющихся водоисточников. Особенное значение имеет при заложении колодцев и скважин использование геологических карт, разрезов и геологической литературы по району.

ОБЩИЙ ОБЗОР ИНТЕРЕСУЮЩЕГО РАЙОНА

Обширная терррритория Зауралья резко делится на две неравные части. Узкая крайняя западная часть является грядово-холмистой страной с глубокими корнями разрушенных сверху сложных складок Урала. Долины рек и их притоки имеют сначала меридиональное направление, а затем резко поворачивают на восток, становясь из продольных поперечными. Геология, вещественный состав и гидрогеология в этой части Зауралья чрезвычайно сложны, и поиски подземных вод здесь представляют немало трудностей.

Более обширная восточная часть описываемой территории отличается простотой геологического строения и сложена полого наклоненными на восток отложениями молодых морей. По характеру рельефа она представляет собой аккумулятивную молодую равнину — сравнительно недавно обнажившееся дно морей Зауралья. Размывающая деятельность рек еще мало сказалась на ее поверхности; долины расположены далеко одна от другой, и междуречные равнинные водораздель-

ные пространства к востоку принимают все меньше и меньше боковых притоков.

К востоку и юго-востоку увеличивается число степных озер — пресных, солоноватых и реже минерализованных.

Поверхностные поисковые признаки на подземные воды здесь имеют меньшее значение, чем сводные данные многочисленных буровых скважин. Нередко, без консультации гидрогеолога, трудно с уверенностью определить место заложения скважин или колодцев и в особенности глубину залегания водоносных горизонтов.

ПОКАЗАТЕЛИ РЕЛЬЕФА ДЛЯ ВЫБОРА МЕСТ ЗАЛОЖЕНИЯ СКВАЖИН И КОЛОДЦЕВ

В западной узкой зоне территории Зауралья, сложенной палеозойскими породами, меридиональная складчатость обусловила грядово-холмистый и грядово-горный рельеф, переходящий на востоке в пенеплен (почти-равнина).

В рельефе выступают обычно наиболее устойчивые к выветриванию и размыву горные породы, особенно богатые кварцем — кварциты, белые жильные граниты-аплиты, кварцевые порфиры, ультраосновные и средние породы — пироксениты, габбро, габбро-диориты, кварцевые диориты и др. Среди гнейсов всегда выделяются в виде гряд окварцованные зоны. Змеевики нередко слагают мелкосопочные гряды.

Широко развитые здесь порфириты только в полнокристаллических разновидностях сохраняют относительную устойчивость, а рассланцованные порфириты и особенно сопровождающие их туфы, тоже обычно рассланцованные, мало устойчивы и чаще других кристаллических пород слагают равнинный рельеф; нередко большие отрезки речных долин следуют направлениям их залегания.

Среди осадочных пород, кроме кварцитов и кварцевых песчаников, устойчивыми являются конгломераты и окремнелые известняки. Сами же известняки большей частью, как и мраморы, занимают пониженные участки и выступают преимущественно в склонах речных долин и реже на водоразделах.

Рельеф как поисковый признак особенно большое значение имеет именно в этой зоне Зауралья. Он помогает разобраться в геологическом строении и вещественном составе осваиваемого участка. Долины рек своим направлением и глубиной эрозионного вреза непосредственно отражают геологическое строение местности.

Все высоко выдающиеся в рельефе массивные горные породы (кроме кварцитов и богатых кварцем пород, образующих сложные системы трещин) часто водонепроницаемы. Они выполняют роль водосборных и водоотводящих крыш. Атмосферные воды стекают по их поверхности, поступают в толщи осыпей, примыкающих к периферии этих возвышенностей, и насыщают их водой, которая выходит в виде источников.

Щебнистый элювий и дресва этих пород также являются уловителями атмосферных вод. Поэтому в основании склонов и обрывов гранитных сопково-грядовых и плоско-грядовых форм рельефа можно рассчитывать на встречу родниковых вод. Если эти воды поступают на окраину обширного заболоченного или торфяникового бассейна и подпираются водами торфяников и болот, они будут более чистые, без гуминовых кислот. В местах резких выполаживаний общего склона гранитных, габбровых и других массивов можно найти родниковые нисходящие воды, которые имеют сезонный характер. Они могут иметь большое значение при удаленных выпасах животных в летнее время.

В основании склонов долин и нередко в тыловой части второй пойменной, первой и второй надпойменных террас можно встретить выхо-

ды вод, скатившихся с водонепроницаемого склона массивных горных пород. Если террасы скульптурные, то родниковые воды в их основании непосредственно связаны с трещиноватостью этих террас. Наложенные — аллювиальные или делювиальные террасы могут давать как воды коренных подстилающих пород, так и воды верховодки.

Рельефные показатели метаморфических пород, хотя и менее выраженные, также позволяют устанавливать водоносные кварцитовые свиты, обычно выступающие в рельефе в виде острых гряд и гребешков (гнейсы, кварцево-слюдяные и другие сланцы). В поперечных долинах и долинах под такими острыми хребтиками нередки выходы трещинных вод в основании долин или даже в русле рек и ручьев.

Широкие полосы переходных кварцево-глинистых и глинистых сланцев (филлитов) обычно отличаются очень мягкими, закругленными формами рельефа и безводностью. А мощные свиты известково-песчаниковых и углисто-глинисто-песчаниковых и глинистых толщ нижнего угленосного карбона на поверхности отражают микрогрядовый рельеф, с выступающими более устойчивыми карнизами или обрывами конгломератов и кварцевых песчаников. Последние являются водоносными, и на склонах продольных (по простиранию складок) долин можно на значительных расстояниях наблюдать выходы родников, мокрин, выпотов, являющихся ценными поисковыми признаками. Выходы мощных родниковых вод в основании известковых массивов определенно указывают на наличие карстовых образований и развитие трещиноватости в известняках.

Равнинный характер большей восточной части территории Зауралья позволяет использовать показатели рельефа на наличие подземных вод главным образом в наиболее глубоких долинах рек и их притоков и по периферии озерных котловин. Так, обилие выходов опоковых трещинно-пластовых вод и расположение деревенских колодцев в основании склонов долин логов и оврагов являются надежнейшим поисковым признаком при заложении скважин и колодцев выше по склонам и на водоразделах.

ПОИСКОВЫЕ ПРИЗНАКИ НА ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ ПО ТИПАМ ПОРОД И РАЙОНАМ

1. Районы, сложенные гранитами, диоритами и другими изверженными породами

Как указывалось выше, изверженные породы выступают на земную поверхность лишь в самой западной узкой части территории Зауралья. Ширина этой полосы на севере 30—40 *км*; к югу от Челябинска она расширяется до 70 *км*, а еще южнее, на широте Магнитогорск — Карталы, достигает 150 *км*.

При проведении железнодорожной линии Карталы — Магнитогорск было встречено затруднение с питанием водой паровозов на ст. Джабык, так как обширный Джабык-Карагайский гранитный массив оказался безводным. Массивные изверженные горные породы — граниты, гранитоиды, пироксениты, габбро, габбро-диориты и диориты — могут содержать воду только в случае их трещиноватости, в особенности при наличии близко расположенных открытых водоемов (озер, прудов, рек, болот).

Бурением большого количества скважин в гранитах давно установлено, что трещины в изверженных породах являются зияющими и водопроводящими только до глубины не более 60—70 *м*.

В гранитах широко развиты жильные разновидности более молодого возраста — светлые и белые аплиты, пегматиты, гранит-порфиры, лампрофиры, альбитофиры и др. Они богаче гранитов кварцем и более хрупки. При развитии давления в гранитных массивах жильные граниты дают очень большую поперечную трещиноватость и становятся

водопроницаемыми. Поиски подземных вод в гранитных массивах по существу сводятся к поискам зон трещиноватости и участков развития жильных гранитов. Обычно жильные граниты залегают или круто, или совсем вертикально. Определение угла наклона жилы даст возможность наметить место заложения скважины или шахтного глубокого колодца с таким расчетом, чтобы пересечь водоносную жилу на глубине не менее 50—70 *м*. При этом будут обеспечены: большой бассейн питания трещинных вод жилы, более устойчивый, не зависящий от сезонов дебит скважины и большее постоянство состава и температуры воды.

Все сказанное относительно поисковых признаков на воду в гранитах вполне применимо и к другим массивным кристаллическим породам. Так, хорошие питьевые воды были получены из жил аплита в габбро к юго-западу от г. Свердловска.

Поисковыми признаками на благоприятные участки для заложения скважин и колодцев в массивных породах являются:

1) участки с резкими изменениями рельефа поверхности гранитов, ниже которых возможно наличие нисходящих вод, в особенности если имеются толщи дресвяного слоя или водопроводящая трещиноватость;

2) периферия выступов в рельефе массивных пород, особенно по окраине озерных или болотных котловин и на склонах речных долин;

3) единичные одинокие богатые водой колодцы на безводных полях пород;

4) данные водоотлива в шахтах, разрабатывающих жильные месторождения полезных ископаемых в массивных горных породах.

В южной части зоны коренных пород Урала для целей водоснабжения сельскохозяйственных предприятий заслуживают внимания все старые и старинные шахты и глубокие разведочные шурфы, обычно заполненные водой, которая бывает вполне пригодной для употребления. В таких случаях следует произвести пробную механизированную откачку вод и установить размеры подземных выработок. Последние обычно имеют развитую систему подземных галерей, которые могут служить водосборными выработками. Необходимо учесть зону охраны таких вод от проникновения в старые разработки загрязняющих веществ.

В будущем многие глубокие рудники Зауралья по окончании разработки месторождений могут дать значительное количество качественных вод для водоснабжения (например, Березовск, около Свердловска).

Зоны контактов различных массивных горных пород также благоприятны для поисков трещинных вод. При развитии сжимающих усилий в земной коре расчленение системами трещин происходит не одинаково в различных массивах горных пород. Одна из контактирующих пород может быть более трещиновата. Долины рек, речек и лога нередко следуют по линиям контактов различно трещиноватых пород и могут дать выход подземным водам.

Следует отметить, что элювий гранитных пород дает глины и водопроницаемые пески, тогда как пироксениты, габбро и другие породы могут давать только глинистые водонепроницаемые продукты выветривания, препятствующие проникновению атмосферных вод в перекрываемые ими горные породы. Этим обусловливается еще меньшая водоносность пород.

При заложении колодцев в жильных полях необходимо учитывать мощность жил, так как очень тонкие жилы могут дать ничтожный приток воды.

2. Районы распространения метаморфических пород

На описываемой территории метаморфические горные породы (кварциты, гнейсы, кристаллические сланцы и переходные к осадочным породам филлиты), кроме массивных кварцитов, змеевиков и толстослоистых мраморов, являются сланцевыми породами.

В западной части Зауралья зоны метаморфических пород, протягиваясь в меридиональном направлении, обычно следуют зонам гранитов и других массивных пород. Змеевиковые образования нередко окружают гранитные поля. Иногда на периферии гранитов наблюдается рассланцевание, а также переход гранитов в гнейсо-граниты и гнейсы. На Урале широко развита так называемая зона «зеленых сланцев», в пределах которой имеются колчеданные полиметаллические месторождения.

В общем метаморфические сланцевые породы маловодны или даже почти безводны. Трещиноватость и связанная с ней водоносность получают развитие в окварцованных зонах, а также в прослоях кварцитов и по сланцеватости пород.

Зоны кварцитовых сланцев обычно обусловливают грядовый и грядово-холмистый рельеф. Трещиноватость кварцитовых сланцев вызывает образование нисходящих трещинных родников, стекающих при пересечении кварцитовых толщ поперечными долинами рек, ручьев и логов. В районе бассейна р. Ая (г. Златоуст) наблюдаются сотни обильных водой и слабоводных родников, широко используемых населением. Поэтому для кварцитовых сланцевых пород наличие выходов родниковых вод является очень показательным поисковым признаком на подземные воды.

Водоносные горизонты в сланцах могут быть изолированы одни от других, так как сланцы почти водонепроницаемы. Тальковые сланцы совершенно безводны и являются водозадерживающим горизонтом (например в районе г. Асбеста).

В массивных кварцитах, образующих мощные толщи, могут иметь значительное развитие системы пересекающихся трещин, стенки которых вполне устойчивы по отношению к химическому выветриванию. Если стенки трещин не закупорены наносами, они сохраняют высокую водопроводимость. Кварциты содержат весьма мягкие чистые воды, зависящие от поверхностного сезонного питания. Около водоемов они легко могут поглощать воды в депрессионные воронки, если последние развиваются в скважинах и колодцах в кварцитах. Кварциты склонны образовывать каменные россыпи и осыпи. Очень часто под осыпями глубоко, на водонепроницаемом основании стекают подземные потоки вод.

Филлиты, в которых глинистые сланцы играют большую роль, почти всегда маловодны или безводны. Только в редких случаях трещиноватость и поперечная сланцеватость могут служить путями циркуляции трещинных вод (Косулино).

Таким образом, поисковыми признаками на воду в массивных метаморфических породах являются: 1) трещиноватость, в частности на участках понижения рельефа, 2) кварцитовые и окварцованные зоны среди сланцев других типов и 3) сильно изменяющие свой режим трещинно-сланцевые нисходящие источники в основании поперечных долин и вдоль склонов антиклинальных складок метаморфических сланцев.

В микрорельефе равнинных участков кварцитовые свиты выступают в виде грядок и цепочек глыб кварцевых жил.

Змеевики обладают магнезиальными водами лишь в верхней щебнистой зоне мощностью до 2 *м*; глубже они редко водоносны, и разработка их затруднительна. У основания грядок и под обрывами змеевиков могут возникать небольшие источники сезонного характера, стекающие по зоне щебня и поверхностной трещиноватости коренных змеевиков. Поиски подземных вод в змеевиках целесообразно вести только на периферии массивов вблизи контактов с другими породами.

В толстослоистых мраморах, близких к массивным породам, карстовые процессы наблюдаются редко, так как развитию их мешает малая трещиноватость мраморов. Однако в зонах контактов мраморов, сравни-

тельно легче поддающихся химическому выветриванию, могут иметь место выщелачивание и образование пустот, которые чаще заполнены рыжей глиной. Иногда в контактовой зоне между гранитами и мраморизованными известняками наблюдаются карстовые желоба-водосборы, как, например, к западу от оз. Смолино.

Массивные кристаллические порфириты обычно сопровождаются широкими зонами рассланцованных порфиритов и их туфами, также почти всегда рассланцованными. Эти древние эффузивные породы силура, девона и нижнего карбона имеют на восточном, сложенном коренными породами склоне Урала и на прилегающем к нему с востока пенеплене очень большое площадное развитие, соответствующее их значительной мощности.

В огромном большинстве случаев рассланцованные порфириты и туфовые сланцы являются безводными или очень маловодоносными. Залегающие между ними интрузии полнокристаллических порфиритов (диабазовые и уралитовые, полевошпатовые и др.) обладают некоторой трещиноватостью и в отдельных случаях могут быть водоносными. Когда же порфиры становятся окварцованными, в связи с воздействием на них более молодых гранитных интрузий, тогда они принимают характер кварцевых сланцев и легко распадаются у поверхности, образуя щебнистые толщи. В этом случае порфиры являются водоносными и могут давать выход трещинным водам (колодцы во Втузгородке в Свердловске).

В пределах полей порфиритов поисковым признаком на благоприятные участки для заложения скважин на воду являются выдающийся грядковый мезо- и микрорельеф, выходы слабых источников или мокрин у подножия линейных выступов рельефа, а также в основании поперечных долинок, логов и оврагов.

В связи с проводившимися поисками месторождений колчеданных руд в порфиритах, порфиритовых сланцах и туфовых сланцах, на площадях, сложенных порфиритами, имеются многочисленные разведочные шурфы, разработки и небольшие шахты, которые могут быть использованы при поисках воды. В отвалах этих шурфов иногда можно наблюдать белые каолиновые массы, которые являются ценным поисковым признаком на жильные воды в апофизах гранитов или в жилах гранитов-аплитов, превращенных сверху до глубины 10—20 *м* в белую мучнистую каолиновую массу. Под ней залегает жильный, иногда мощный в сечении, трещиноватый гранит, всегда являющийся водоносным.

Склонность порфиритов к легкому химическому выветриванию и переходу в цветные глины во многом препятствует поискам подземных вод на широко развитых меридиональных полях порфиритов, к тому же имеющих часто пониженный выравненный рельеф на поверхности.

3. Районы распространения известняков и других карбонатных пород

Известняки в западной узкой части территории Зауралья слагают или зажатые среди изверженных и метаморфических пород в виде клиньев когда-то большие складки, срезанные в результате длительного выветривания и смыва, или части складок, провалившиеся между меридиональными сбросовыми трещинами.

В связи с тем, что известняки являются хрупкими трещиноватыми породами, они легко выщелачиваются, поэтому в них широко развиты карстовые процессы. На территории Урала известняки издавна признаны наиболее водоносными породами. В пониженных участках рельефа, сложенных известняками, некоторые части продольных меридиональных долин могут совпадать с их простиранием. В других случаях долины секут

вкрест простирания складки силурийских, девонских и каменноугольных известняков и тогда принимают характер каньоновидных, щелистых долин. По мере углубления этих долин, ускоряемого поднятиями земной коры, эрозионная деятельность поверхностных вод и карстовые процессы проникают все глубже в толщи известковых слоистых пород. В основании крутых, а иногда и пологих известняковых склонов долин и логов наблюдаются бесчисленные выходы трещинно-пластовых источников, подземных ручьев и даже рек.

Таким образом поисковыми признаками на подземные воды в условиях известняковых и других карбонатных пород являются:

1) наличие известняков;

2) наличие ориентированных родниковых вод в основании долин, логов, в их руслах, в тыловых частях аллювиальных террас;

3) наличие уже существующих заборов воды в известняках колодцами и скважинами.

Учитывая большую водопроводимость известняков, недостаточно только определить наиболее благоприятное место для заложения колодцев или скважин, но также обязательно следует рассмотреть степень защищенности трещинно-пластовых и часто карстовых вод известняков от бактериального, химического и механического загрязнения с поверхности питания.

Другие карбонатные породы — доломиты и доломитизированные известняки, широко развитые на восточном склоне Урала, иногда залегают в общем комплексе осадочных отложений, достигающих мощности 100 *м*. Воды в доломитах отличаются магнезиальностью, несколько большей минерализацией. Большая пористость и кавернозность доломитов облегчает развитие в них процессов карстообразования. В общем все сказанное выше об известняках также относится и к доломитам.

Массивные рифовые и мергелистые известняки могут оказаться маловодными вследствие их компактного структурного строения. Однако в толщах этих карбонатных пород также могут возникнуть системы трещин, позволяющие в близком соседстве с рифовыми известняками обнаруживать трещинные воды.

Следует сказать несколько слов о подземных водах в толщах песчаников, конгломератов и известковых песчаников, слагающих нижнекаменноугольную угленосную толщу Зауралья. Эта толща водоносна только местами (с. Полтавка, с. Бреды), там, где имеет место чередование водопроводящих слоев известняка со слоями песчаников и углистых сланцев. Разобщенные водоносные горизонты встречаются в конгломератах с известковым цементом и песчаниках. Водоотдача скважин и колодцев в этих породах обусловлена тектоническим строением их небольших водосборных бассейнов. Когда нижнекаменноугольная угленосная толща сильно дислоцирована и перемята, она является маловодной и даже безводной, несмотря на большую мощность (с. Егоршино).

При поисках воды в нижнекаменноугольных отложениях нужно основываться на детальных геологических планах, составленных угольной промышленностью. Следует учесть, что некоторые старые шахты могут быть хорошими подземными водосборными галереями и содержать воду хорошего качества в количестве, значительно превышающем потребность.

Минерализация вод старых подземных разработок очень разнообразна; окончательное решение в отношении использования того или другого скопления рудничных вод не может состояться без участия специалистов горного дела и геологов.

Выходы вод песчаников на склонах долин, озерных котловин всегда могут явиться обнадеживающим признаком, свидетельствующим о возможности получения воды в этих породах скважинами.

4. Районы распространения верхнемелового и третичного горизонтов опок и песчаников

(Восточные части Свердловской и Челябинской областей и запад Курганской области)

Молодая аккумулятивная равнина Зауралья являлась дном верхнемеловых и третичных морей. Она освободилась от водного покрова настолько недавно, что реки, левые притоки Тобола и Иртыша, еще не успели разработать системы своих притоков. Водоразделы здесь плоские, равнинные. Долины больших рек распознаются по пологим склонам, тянущимся на 6—7 *км* от рек, а склоны малых долин на 3—2 и даже 1 *км*. При движении на восток у большинства рек боковых притоков становится все меньше.

Верхнемеловое и нижнетретичное моря выравняли древнюю поверхность восточного склона Урала и покрыли толщами зеленых глауконитовых песчаников. Выше песчаников лежат синие «кремнистые» глины — опоки, которые находятся в основании значительной толщи опоковых и диатомовых отложений. В долинах рек и по логам глауконитовые конгломератные песчаники водоносны. На этом мощном выдержанном водоносном горизонте основано водоснабжение очень многих населенных пунктов, лежащих в пределах 61°30′—62° в. д., а местами и несколько восточнее. Этот водоносный горизонт в течение десятков лет до сооружения в г. Копейске нормального водопровода обеспечивал водой Челябинские копи. В шахтах буроугольных копей Копейска, Коркино и Еманжелинки воды этого горизонта усложняли эксплуатацию углей.

При заложении скважин с целью вскрытия вод этого горизонта необходимо учитывать опыт его использования в ближайших местностях. Определение глубины залегания описываемого водоносного горизонта по имеющимся данным в окружающих районах намного облегчит выбор места для заложения скважины и тип каптирования забора этой воды.

Воды опокового горизонта с давнего времени широко используются в городах Камышлове, Далматове, Ирбите, Троицке. Опыт показал несложность забора значительных количеств опоковых вод скважинами и легкость их эксплуатации. При этом выявилась совершенная фильтрация вод опокового горизонта, природная очистка их от бактерий. Поровопластовые и трещинные воды опоковых трещин являются исключительно мощным водным ресурсом Зауралья.

Толщи опоковых водоносных слоев погружаются на восток; на меридиане г. Кургана они уже опускаются на глубины до 200 *м* и выклиниваются среди черных и синих морских глин. Вода в них становится постепенно более соленой.

Новые колодцы и скважины на воду опокового горизонта должны закладываться с учетом опыта эксплуатации уже существующих. На водораздельных пространствах, где за счет опоковых вод хорошо разрешается проблема водоснабжения, при заложении скважин следует руководствоваться имеющимися картами глубин залегания опокового горизонта, пользуясь которыми можно для любой точки развития опоковых отложений с приближением до нескольких метров наметить глубины скважин.

5. Районы развития пористых пород (песков, галечников и т. д.).

Водоносные горизонты в олигоценовых и миоценовых песчано-глинистых отложениях

Толщи верхнемеловых и нижнетретичных опоко-трепеловых отложений, постепенно погружаясь к востоку, перекрываются более молодыми отложениями олигоценового моря — песками средне- и тонкозернистыми,

с многочисленными прослойками и слоями светлобурых и палевых глин. Эти пески широко распространены на водоразделах к востоку от меридиана 64°—64°30′. Местами озерные котловины образовались в них.

Пески являются отличными уловителями атмосферных и талых вод. Во многих селениях верховодка хорошо обеспечивает потребности сельского хозяйства в воде, но только летом; зимой уровень воды в многочисленных неглубоких колодцах понижается и она часто замерзает до дна.

Вследствие невыдержанности песчано-глинистых толщ как в вертикальном, так и в горизонтальном направлениях заключенные в этих отложениях водоносные горизонты также недостаточно выдержанны. Кроме того, восточнее и южнее воды олигоценовых песков иногда становятся солоноватыми и непригодными для хозяйственного использования.

Таким образом, под толщами суглинков (плиоценовых или постплиоценовых), мощность которых на склонах больших долин увеличивается до нескольких метров, признаками наличия вод олигоценовых песков являются:

1) колодцы и скважины с водой хорошего качества и устойчивым дебитом;

2) выходы родников вдоль склонов долин рек, речек, мокрины, заболоченности и оползневые явления в логах и оврагах;

3) увлажнение, явления пучения и оползания, оплывины на склонах открытых озер и заросших озерных котловин.

Воды песчано-глинистых пород, залегающих близко от поверхности, имеют большое значение для удаленных летних выпасов скота. Для использования этих вод необходимо устройство больших каптажных канав, сообщающихся между собой (по уклону), а также защита подходов к ним от затаптывания скотом.

Следует отметить, что при проходке глубоких скважин в восточных районах обязательно попутное исследование всех небольших водоносных горизонтов олигоценовых толщ, перекрывающих трепело-опоковые водоносные горизонты. Таким путем без специальных затрат могут быть оценены в отношении водоносности верхние горизонты олигоценовых песков, имеющие чрезвычайно важное значение в восточных районах, в частности, при летних выпасах, удаленных от животноводческих баз.

В миоценовое время, в условиях возникновения ряда плоских обширных водоемов, отложения принимают более изменчивый характер. Хорошая выдержанность слоев этих отложений на больших площадях исчезает: они становятся неустойчивыми как по глубине залегания и количеству водных ресурсов, так и по химизму вод. Поэтому при поисках воды в этом сложном комплексе песков, песчаных и илистых глин необходимо:

1) внимательное изучение ближайших дающих воду колодцев и установление по ним закономерностей в залегании и химизме вод;

2) проведение мелкого ручного разведочного бурения по сети с большими интервалами между скважинами, а в случае удачных результатов выявление наиболее надежных по качеству и количеству ресурсов воды;

3) проведение поисков участков (на водоразделах, на склонах и в руслах рек, на склонах озерных котловин) крупнозернистых и особенно грубых песков, гравелистых песков и галечников.

АЛЛЮВИАЛЬНЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ ДРЕВНИХ И СОВРЕМЕННЫХ РЕК И ОЗЕР

В период отступания морей и медленного поднятия Урала в конце третичного и начале четвертичного времени русловые стоки в Зауралье стали стремиться к депрессии Тобол-Иртыш-Обьской системы и изменять свое меридиональное направление на широтное.

На геоморфологической карте Урала масштаба 1 : 500 000 показано несколько древних широких речных долин общего меридионального и реже северо-восточного направлений, в своем большинстве погребенных

под толщами галечного, галечно-гравелистого и гравелисто-грубопесчанистого аллювия. Эти древние аллювиальные накопления тянутся на многие десятки километров и заключают на всем своем протяжении ценнейшие водные ресурсы. Некоторые очень маловодные районы могут использовать их на значительном расстоянии от мест потребления, так как при высокой технике канавокопания в рыхлых равнинных пространствах сооружение водоводов не представит затруднений.

На геоморфологическую карту нанесены не все меридиональные долины. Они изучены главным образом в западной части Зауралья.

Древняя речная долина шириной 2—2,5 *км* протягивается от Верхней Синячихи (севернее г. Алапаевска) на юг до г. Режа и далее до г. Асбеста. Около г. Свердловска проходит узкая древняя долина, следующая от г. Березовска на юго-юго-восток к с. Косулино по маловодной территории глинистых сланцев. Отличные качества воды этой долины используются лесным хозяйством и обсерваторией. Далее на юго-восток долина направляется к с. Логиново-Марамзино, в районе которого много маловодных массивных изверженных пород. В 12 *км* от упомянутого села эта долина вливается в такую же древнюю долину юго-западного направления, которая местами расширяется до 12 *км*.

Древняя меридиональная речная долина установлена в 10 *км* на северо-северо-запад от железнодорожной станции Егоршино. Она протягивается в южном направлении на расстояние 20 *км* при ширине около 2 *км* и следует с левой стороны современной долины р. Рефта, пересекает широтную здесь долину р. Пышмы, описывает пологую кривую к востоку, поворачивает на юго-запад и пересекает долины речек Каменки и Исети в районе их слияния, западнее г. Каменска.

Местами она расширяется до 6 *км;* на одном из таких участков долины расположено оз. Тыгиш. Долина заканчивается на правобережье р. Багаряка.

Еще одна широкая древняя долина, мало изученная, установлена к западу от оз. Ирбитского. Она тянется на юго-юго-восток и выходит к долине р. Пышмы, ниже с. Курьи.

Представляют интерес водные ресурсы широкой долинной депрессии, которая тянется от с. Курьи на север и северо-восток и затем сливается с долиной р. Ирбита. Ширина ее вначале 3 *км*, но затем постепенно увеличивается и между селами Мостовым и Анохинским достигает 6 *км*, а еще севернее 10—12 *км*.

Большой практический интерес представляют древние долины рек на Южном Урале, где огромное развитие промышленности и сельского хозяйства предъявляет повышенные требования к качеству воды.

Западнее г. Магнитогорска обширная древняя долина шириной до 15 *км* тянется далеко на юг. В 135 *км* от Магнитогорска у пос. Уртазыма она совпадает с современной долиной р. Урала.

На Южном Урале установлено много других, более мелких долин, которые показаны на геоморфологической карте А. П. Сигова.

Древняя мезозойская депрессия шириной 8—9 *км* протягивается к востоку и юго-востоку от г. Челябинска. Она начинается от р. Миасса, имеет общее юго-юго-западное направление и проходит через г. Копейск к г. Коркино. Вся равнина восточнее уступа Челябинск — Еманжелинка занята аллювиальными наносами, среди которых могут быть встречены небольшие количества аллювиальных вод.

Аллювиальные воды широко развиты в современных речных долинах Зауралья. Однако для их использования необходимо наличие достаточно мощного галечного, гравелисто-галечного и галечно-грубопесчаного аллювия.

В западной окраине рассматриваемой части Зауралья, там, где имеют развитие массивно-кристаллические изверженные породы — эффузивные порфириты и их туфы и метаморфические сланцы, водные ресурсы аллю-

вия долин рек и озер могут оказать существенную помощь. Эти воды мало зависят от сезонов года и значительно чище, чем воды открытых водоемов. Главный поисковый признак на эти воды — площадное и вертикальное развитие аллювиальных накоплений.

В западной части Зауралья в огромнейшем большинстве случаев на дне вреза долин, под руслами современных рек, на плотике, залегают галечные, гравелисто-галечные и грубопесчаные аллювиальные толщи. Наличие последних во многих долинах установлено при поисках на россыпное золото. Воды аллювия нередко широко используются местным населением.

Для западной части Зауралья признаками хорошей водоотдачи аллювия следует считать:

1) наличие колодцев с хорошей водой на нижних, средних и верхних террасах долин;

2) значительную мощность и крупнозернистый состав аллювиальных отложений, что можно установить по старательским работам и по колодцам;

3) расширение долин, с наличием рукавов и меандр в общем долинном понижении;

4) выходы родниковых вод в русле реки, что показывает на водообильность аллювия и на наличие боковых притоков подземных вод.

Эксплуатация подземных вод в восточных районах рассматриваемой территории затрудняется большой распространенностью мелкозернистых и даже иловых и глинистых частиц в составе современных аллювиальных отложений рек. Тонкозернистые пески и песчано-глинистые породы отличаются значительной водопоглощаемостью и ничтожной отдачей воды. Кроме того, при заложении в них колодцев возникает трудность борьбы с плывунами.

Таким образом, при поисках воды в Западном Зауралье, во всех имеющихся долинах в случае отсутствия старых колодцев необходимо проводить опытно-разведочные закладки колодцев на пойменной, надпойменной первой и второй террасах. Разведку на воду колодцами нужно проводить главным образом в логах, оврагах и усыхающих летом ручьях (в их верхних по рельефу участках), так как в летнее время во многих случаях атмосферные воды могут накапливаться в больших котлованных водосборных колодцах и обеспечивать водопой скота на выпасах. Здесь ценным показателем на наличие воды может быть даже незначительная увлажненность склонов долинок, оврагов и их русел.

Ценные ресурсы питьевых вод могут представлять воды верховодки и грунтовые воды, которые стекают в обширные плоские котловины, занятые озерами.

Иногда на сухих «пляжах» плоских котловин, или даже солоноватых и соленых озер, можно наблюдать выпоты и периодическое истекание воды. Это несомненный поисковый признак существующего здесь хотя и маломощного, водоносного горизонта. Заложением разведочных колодцев до глубин, пересекающих абсолютную отметку этих слабых показателей вод, можно проверить состояние водоносного горизонта.

На многих солоноватых озерах Зауралья местные жители знают, что из выкопанного на песчаном пляже небольшого колодца можно получать совершенно пресную воду. Но если эту воду усиленно вычерпывать, вызывая возникновение миниатюрной депрессионной воронки, она в колодце постепенно становится соленой.

Следует указать на то, что среди степных озер Зауралья имеются озера с пресной водой типа «моховых». Они обычно незначительны по размерам, но отличаются постоянным содержанием хорошей пресной воды. Местные жители — башкиры ездили раньше зимой на эти озера за «самоварной» водой, которую привозили в виде льда. Замечено, что при большом заборе озерного мха из этих озер качество воды ухудшалось.

Наличие многочисленных озер в одной котловине издавна позволяло допускать существование в ней водоносного аллювиального бассейна.

Особенно большое значение озерные котловины приобретают на крайнем востоке и юго-востоке рассматриваемой территории, где ресурсы подземных вод становятся все более ограниченными.

В засушливый голодный 1892 год в Челябинской и Екатеринбургской губерниях практиковался следующий способ обеспечения водой населения и скота в маловодных и озерно-степных районах (см. рисунок). Какая-либо угловая часть озера очищалась путем полного удаления всего растительного материала (сплавины, торф, растительность, илы, сапропели). Остальная заросшая площадь озера отгораживалась густым ивовым плетнем на длинных вертикальных кольях. К открытой таким образом воде устраивался подъезд в виде песчаного дамбообразного навала, длиной 10—15 *м*. Обрыв с него к водоему закреплялся деревянным креплением — досками и кольями. Во избежание захода скота к озеру на участке сооружения в обе стороны от дамбы озеро окружалось крепким плетнем на крепких кольях, заходящим на 3—4 м за границу вычищенного сектора озера. По бокам дамбы сооружался барьер (перила). В некоторых селениях для подъезда за водой на случай пожара дамба и выезд с нее прикрывались дощатым полом. Местами забор воды описанным способом осуществлялся на протяжении 20 лет.

Учитывая все вышесказанное об аллювиальных ресурсах вод, следует принять всякую долину, овраг и озерную котловину как заслуживающий рассмотрения показатель возможностей нахождения приемлемых питьевых вод.

В очень многих случаях минерализация участков долин и в особенности вод озерных котловин связана с недостаточной проточностью водоемов или полным отсутствием ее. Создание протоков, соединяющих соседние котловины озер, может значительно улучшить качество их вод. Озерные котловины разнообразны; поэтому в каждом отдельном случае нужно установить, к какому типу принадлежит озеро и каким путем можно использовать его воды, в частности, при условии забора их из аллювиальных толщ.

В нижней береговой части многих степных озер нередко наблюдается развитие озерных береговых валов. Последние обычно сложены грубозернистым материалом и поэтому могут быть водоносными. Заложенные в них колодцы могут дать высококачественную воду. Неглубокие колодцы в зимнее время будут промерзать. Валы развиты преимущественно на наветренных восточных, юго-восточных и южных берегах озер.

ЗНАЧЕНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ КАРТ ДЛЯ ПОИСКОВ ВОДЫ

Геологические карты показывают вещественный состав горных пород, их пространственное взаимоотношение, возраст и тектонику. Они сопровождаются геологическими разрезами. Карты средних масштабов (1 : 100 000, 1 : 50 000 и 1 : 25 000) позволяют устанавливать наличие подземных вод в интересующем районе. Еще более конкретные указания можно почерпнуть из карт крупного масштаба (1 : 10 000, 1 : 5000, 1 : 1000, 1 : 500). Пользуясь геологической картой геолог может, не посещая местности, с большим приближением определить возможные ресурсы подземных вод на участке.

Неспециалисту, имеющему в руках карту, необходимо при пользовании ею исходить из всех поисковых признаков на подземные воды, рассмотренных выше, уточнить в натуре природные условия участка, нанести на карту все имеющиеся на участке наиболее богатые водой колодцы и скважины, а также выходы родниковых вод. Таким образом, карта является одновременно и путеводителем и основой при выборе точек заложения колодцев или скважин.

Следует заметить, что геологическая карта имеет особенно важное значение для западной окраинной зоны территории Зауралья. Восточнее приходится руководствоваться геологическими разрезами и картами изоглубин водоносных горизонтов, построенными в последние годы геологами на основе многочисленных структурных и гидрогеологических скважин.

ГИДРОХИМИЧЕСКИЕ, ТЕМПЕРАТУРНЫЕ И ДРУГИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ВОД

Взаимоотношение подземных вод со стенками вмещающих их трещин, пустот и пор легко отражается в их химическом составе. Хорошо растворимые минералы (гипс, соли, известняки) обогащают воду сульфатами, карбонатами и придают ей соленость. Богатые железом минералы делают ее железистой, гипсы, ангидриты и колчеданы определяют сернистость воды и даже наличие свободного сероводорода, а также кислотность (образование природной серной кислоты).

Имеется большое число методик лабораторного и полевого химических анализов подземных вод. Специальными мастерскими выпускаются большие и малые полевые лаборатории для гидрохимического анализа. Небольшой опыт при внимательном отношении к методике взятия проб и проведения анализов быстро позволяет приобрести необходимые навыки для самостоятельной полевой работы. В поле требуется главным образом качественный анализ.

Воды кварцитов и других богатых кварцем пород большей частью мягкие и чистые. Воды гранитов слегка щелочные, но мягкие. Воды габбро и диоритов слабо железисты. Воды змеевиков и доломитов магнезиальные. Воды известняков карбонатные в различной степени. Воды мергелей слабо карбонатные. Воды песчаников обычно слабо известковистые и совсем мягкие (в кварцевых песчаниках). Воды опок мягкие, слабо щелочные.

В заболоченных водоемах наличие гуминовых кислот (бурая окраска воды) считается вредным; гуминовые кислоты удаляют из организма иод и тем самым содействуют развитию щитовидной железы. Состав воды родников соответствует типу руд (колчеданы — кислотные воды, железные руды — железистые воды, медные руды — железистые и слабомедистые воды, мышьяковые колчеданы — ядовитые мышьяковые воды и т. д.). По минерализации воды являются отличным средством для определения происхождения тех или других подземных вод, их подземного перемещения и залегания.

Методами полевых и лабораторных химических анализов можно установить очаги наибольшей минерализации и районы наименее минерализованных вод на изучаемом участке и составить гидрохимическую карточку его.

Вкус вод непосредственно зависит от их минерализации. Марганец придает воде терпкий привкус, соленые воды всем известны; горькие воды характерны для гипсов и магнезиально-калийных солей котловин горьких озер. Железистость придает вяжущее действие воде; карбонатность определяет жесткость воды на вкус. Опасен сладковатый вкус воды — он указывает на органическую зараженность воды.

Запах воды также иногда указывает на характер ее минерализации. Так, сырость является следствием марганцовистости вод, запах

тухлых яиц бывает у воды при наличии в ней сероводорода и органических разлагающихся веществ; запах чеснока указывает на наличие в воде мышьяка. Фекальный запах объясняется непосредственным попаданием в воду фекальных жидкостей.

Цвет воды белый молочный указывает на осаждение серы, разбавленной туши — марганец, желтый с хлопьями — железа, голубоватый — на наличие сероводорода или медных растворов, желтый — гуминовых кислот торфяников и болот. Следует отличать коллоидальные взвеси в воде (микромуть) от собственной окраски воды. Муть можно отбирать на фильтр и исследовать с помощью качественного элементарного анализа для выяснения ее генезиса.

Температурные показатели подземных вод имеют большое значение. С помощью их можно весьма просто и быстро определить питьевые качества подземных вод, а иногда и их происхождение.

В зависимости от широты и абсолютной высоты местности и ее климата, родниковые воды имеют различную среднюю нормальную температуру. Так, для широты г. Серова господствуют температуры родниковой воды 3—3,5°, для широты г. Свердловска 4,5—5°, для широты Челябинска 5,5—6°.

Если температура воды источника, колодца или неглубокой скважины после длительной откачки близка к этим величинам, можно допустить, что эти воды связаны с подземными водами района нормально. Если температура воды отличается устойчивостью и почти не изменяется, водные ресурсы являются мощными, с постоянным питанием.

Если летом температура родниковых вод значительно повышается, а зимой понижается, это свидительствует о том, что данные воды или неглубокого происхождения (верховодка и др.), или проходят конечный отрезок своего подземного пути близко от земной поверхности и зоны сезонной мерзлоты. Другими словами, такая температура родниковых вод говорит о близости их на последнем участке своего пути к источникам поверхностного бактериального и химического загрязнения.

Особую ценность температурные показатели представляют для напорных вод. Так как с глубиной температуры пород и подземных вод повышаются на каждые 32 *м* на 1°, можно ориентировочно, при высоких температурах, определить глубину первоначального залегания этих вод и часто, тем самым, их генезис.

Ценным поисковым показателем может явиться кривая изменений температур вод в колодцах, скважинах и источниках, построенная в результате систематического наблюдения температур с точностью до 0,2°. При этом нужно учитывать их затененность крышей и крышкой, наличие остатков в них зимнего льда. Иногда по изменению температуры в источнике или скважине можно ориентировочно установить поступление в них вод других горизонтов, что легко дополнительно проверить элементарным качественным анализом.

ПОИСКОВЫЕ ПРИЗНАКИ ПОДЗЕМНЫХ ВОД, СВЯЗАННЫЕ С РАСТИТЕЛЬНОСТЬЮ

Известно, что все растения по их отношению к воде разделяются на водяные, водолюбивые, умеренно-водолюбивые, сухоустойчивые и пустынные.

Для поисков подземных вод растительный мир может оказать местами существенную помощь, показывая близость подземных вод к земной поверхности. Всем известно, что осина и ивняк любят сырые места. Иногда под покровом делювиальных и элювиальных песчано-глинистых конусов в лесах, да и в обезлесенных районах, наличие водолюбивой растительности говорит о наличии воды, или о повышенной влажности, или хотя бы несколько меньшей сухости грунтов. Небольшая расчистка

здесь может подтвердить нарастание влажности книзу, а иногда привести к слабому истечению трещинной воды, или истечению из конусов осыпей или россыпи.

Наличие водолюбивых растений в неровностях склонов, при выполаживании крутого склона, в основании обрывов свидетельствует о необходимости усилить здесь поиски воды, сделать разработку — разведку. Иногда на пологих луговых склонах повышенное развитие мохового элемента лугов уже является показателем обнажений водоносных горизонтов на обширной поверхности.

Упомянем некоторые из водолюбивых растений, важных для поисков воды, наиболее часто встречающиеся на Урале: многие виды осок (солех), незабудки (*Myosotis*), хвощи (*Equisetum*); манники (*Glyceria*), вахта (*Menyanthes*), тростники (*Phragmites*), ежеголовники (*Sparganium*), богульник (*Legum*), горлец (*Polygonum*), пушица (*Eriophorum*) и др. В наиболее обводненных местах обычны камыши (*Scirpus*), рогозы (*Typha*), частуха (*Alisma*), стрелолист (*Sagittaria*), белокрыльник (*Calla*) и др.

Поисковик должен уметь отличать чисто поверхностную овлажненность — заболоченность, вызванную наличием понижения рельефа местности, от наличия выходов подземных нисходящих или восходящих родниковых вод.

Для крайнего юго-востока районов Зауралья необходимо еще отметить развитие специальной растительности в котловинах и по периферии солоноватых, соленых и горько-соленых озер. В летнюю жару резко выделяются красные или фиолетово-красные зоны солянок (*Salicornia herbacea*); когда соленость слабая, то вместо солянок появляются низкорослые камыши. Идя от центра соленого озера, можно наблюдать развитие следующей растительности: *Scorzonera*, козелец (*Plantago maritima P. maxima*), подорожник приморский (*Elymus*), мулгедиум (*Mulgedium*), вьюн белый (*Calystegia*) и др.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Все рассмотренные выше поисковые признаки на подземные воды могут быть действенными в интересующем районе только при условии анализа всего сложного комплекса наличных показателей на месте. Так как гидрогеология является комплексной наукой, опирающейся на ряд физико-химических и одновременно биолого-исторических наук, то облегчить поиски подземных вод могут только внимательное наблюдение, изучение и собирание всех природных показателей наличия подземных вод в изучаемом районе.

Ф. М. РЯБЧЕНКО

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДОВ ГЕОФИЗИКИ ПРИ ИЗЫСКАНИИ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ДЛЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА НА ЮЖНОМ УРАЛЕ

Успешное выполнение задач по освоению целинных и залежных земель и комплексному развитию сельского хозяйства в значительной мере зависит от наличия надежных источников водоснабжения. С целью выяснения возможности использования подземных вод Южного Урала для нужд сельского хозяйства в 1954—1955 гг. были развернуты гидрогеологические работы.

Для ускорения и удешевления запроектированных гидрогеологических работ Уральским геофизическим трестом проводились геофизические исследования методами электроразведки и магниторазведки. Задача исследований заключалась в поисках структур и коллекторов, благоприятствующих накоплению подземных вод. В настоящей статье кратко описаны результаты геофизических работ, проведенных на восточном склоне Южного Урала (в южной части Челябинской области).

В геологическом отношении исследуемая территория сложена комплексом палеозойских осадочно-метаморфических и изверженных пород. Геологическое строение ее в значительной мере осложнено дизъюнктивными и пликативными нарушениями. Мезо-кайнозойские отложения развиты не повсеместно. Мощность их увеличивается к востоку и достигает 50 *м*, а в некоторых местах и большей величины.

В южной части Челябинской области обычно наблюдаются два водоносных горизонта слабо минерализованных вод, из которых верхний является верховодкой и всецело зависит от климатических факторов. Наиболее надежным, а в большинстве случаев и единственным источником водоснабжения являются трещинные воды в палеозойских отложениях. Они слабо минерализованы и менее подвержены загрязнению, в том числе и бактериальному.

Гидрогеологическими исследованиями установлено, что наибольшие скопления подземных вод обычно приурочены к узким зонам тектонических нарушений, к контактам пород, где наиболее развита трещиноватость, и к жильным полям. Сведения о характере физических полей над различными породами, слагающими территорию юга и юго-востока Челябинской области, позволили широко применить электрометрию для решения поставленных задач. Вследствие того что Уральским геофизическим трестом не проводились геофизические работы для целей гидрогеологии, они были начаты с постановки параметрических и опытных наблюдений. На основании анализа этих наблюдений была выработана наиболее рациональная методика проведения работ (электропрофилирование в сочетании с электрозондированием и магнитометрией), а также были получены своего рода эталонные кривые кажущихся электрических сопротивлений (ρ_k) и вер-

тикальной составляющей магнитного поля (Δz) для условий с различными структурными элементами в толщах горных пород, представляющих интерес для разведки на пресную воду. Кроме того, в процессе наблюдений было установлено следующее.

1. Разрушенные обводненные палеозойские породы характеризуются на графиках электрических сопротивлений (ρ_k) локальными минимумами на фоне относительно повышенных сопротивлений. Однако были случаи, когда такие зоны отмечались максимумами ρ_k, особенно при малых разносах установки симметричного электропрофилирования. Физический смысл этого явления состоит в том, что необводненные трещиноватые породы имеют бо́льшее ρ_k по сравнению с обводненными породами.

2. Величина общего повышенного фона электрического сопротивления пород зависит от состава и структуры пород. Например, у гранитов, серпентинитов, габбро, диоритов общий фон сопротивлений составляет 500—1000 *ом м* и более, у порфиритов, известняков, мраморов — от 300 до 1000 *ом м*, у аргиллитов — 70—100 *ом м*, у песчаников, конгломератов — 100—200 *ом м*. Сланцы филлитовые, слюдистые, глинистые и углисто-графитовые характеризуются сопротивлениями менее 60 *ом м*, иногда 80—150 *ом м*. Кора выветривания, разрушенные участки палеозойских пород имеют сопротивление 10—100 *ом м*.

3. Кривые ВЭЗ не дают каких-либо прямых количественных критериев при поисках трещинных вод, так как в зависимости от литологии и мощности мезо-кайнозойских пород и степени их разрушения, в условиях почти вертикального падения палеозойских пород типы кривых ВЭЗ бывают различны. В случае поисков вод типа верховодки тип кривой ВЭЗ имеет значение. Например, пункты, где кривая зондирования имеет тип КН или ОН, были проверены бурением и дали пресную воду. Установлено, что пресная вода приурочена к слоям К или Q, сопротивление которых в таких случаях более 10—15 *ом м*. Параметрические кривые, поставленные около скважин с минерализованной водой, имели тип НА или АА.

Магниторазведка нами применялась так же широко, как и электроразведка. Ниже приводятся значения магнитной восприимчивости для некоторых горных пород палеозойского комплекса (магнитная восприимчиность выражена в 10^{-6}CGSM).

1. Песчано-сланцевые отложения, известняки, мраморы, кварциты, яшмоиды, выветрелые серпентиниты и граниты — 0.
   Некоторые сланцы — порядка 600.
2. Плагиограниты, гранитогнейсы — 100—1500.
3. Туфопорфириты, сиенитпорфиры — 100—1800
4. Диабазы, габбро, габбродиориты — 1000—6800.
5. Ультраосновные породы — до 12000.

Как видно из приведенных далеко не полных данных о магнитных свойствах различных пород, принимающих участие в геологическом строении района, при поисках подземных вод вполне целесообразно применение метода магниторазведки. Этим методом решалась задача уточнения геологической обстановки в условиях плохой обнаженности пород и были выявлены тектонически нарушенные зоны, перспективные в отношении нахождения подземных вод.

Остановимся на решении магниторазведкой задачи поисков водоносных структур. На рис. 1 приведен пример прямого и однозначного решения магниторазведкой задачи обнаружения трещиноватой зоны в магнитных породах, в данном случае в серпентинитах около пос. Н. Татищево в Полтавском районе. Пониженное значение вертикальной составляющей магнитного поля (Δz) над такой трещиноватой зоной вызвано тем, что в трещиноватых разрушенных участках коренные породы подвергались интенсивному выветриванию, благодаря чему магнитные минералы, имевшиеся в серпентинитах, перешли в немагнитные.

Дополнительное исследование этой зоны постановкой вертикального электрозондирования (ВЭЗ) с питающими разносами АВ-680 *м*, по данным которого был построен вертикальный разрез $\rho_к$, подтвердило наличие проводящей среды (по сравнению с массивными породами). Буровой скважиной здесь вскрыты обводненные разрушенные серпентиниты.

На рис. 2 приведены две кривые ВЭЗ, из которых одна снята над разрушенными серпентинитами, а другая за пределами разрушенной зоны. Разносы при электрозондировании брались по простиранию разрушенного участка пород. Как это видно на рисунке, кривые ВЭЗ получены различные.

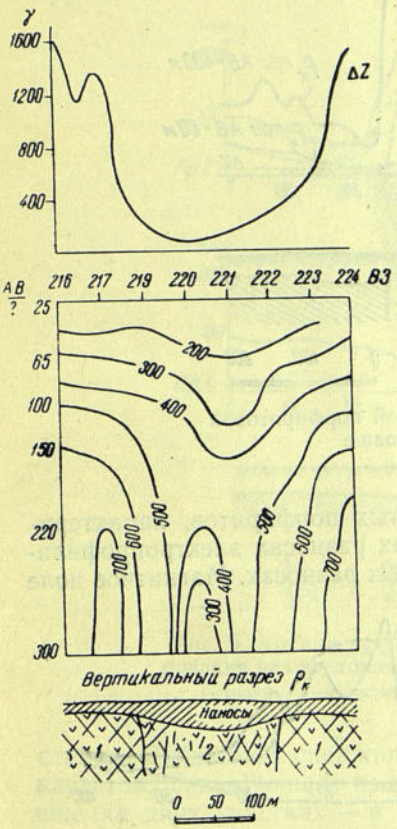


Рис. 1. Кривая Δz над трещиноватой зоной в серпентинитах

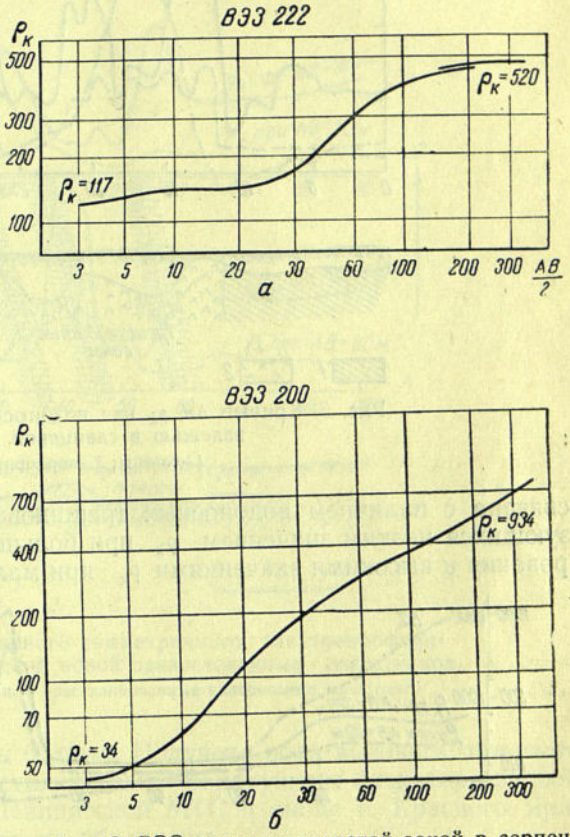


Рис. 2. ВЭЗ над трещиноватой зоной в серпентинитах (*а*) и над массивными серпентинитами (*б*)

На рис. 3 приведен пример обнаружения магниторазведкой водоносной порфиритовой залежи в сланцевой толще на территории четвертого отделения Неплюевского совхоза в Полтавском районе.

Необходимо указать, что определение природы магнитной аномалии только по данным магниторазведки сомнительно, так как в толще сланцев встречаются магнитные разновидности. Для однозначного решения этой задачи потребовалась постановка электроразведочных работ. Одновременное применение этих двух методов геофизики позволило установить не только природу магнитной аномалии, но и выявить трещиноватые разрушенные участки — вместилища подземных вод.

Ниже приведен пример расчленения пород по магнитным и электрическим свойствам (картирование участка). Одновременно с решением этой задачи был выявлен погребенный рельеф коренных пород. Определение рельефа коренных пород по общему характеру магнитного поля позволяет наметить положение возможных водоносных участков. В дан-

ном случае решалась задача поисков подземных вод и выбора точки для заложения буровой скважины на территории одной из ферм Чесменского совхоза.

В результате комплексного обследования участка удалось получить точные сведения о слагающих его породах (рис. 4). Электропрофилирование выявило две высокоомные среды; одна из них от точки 56 до точки 80

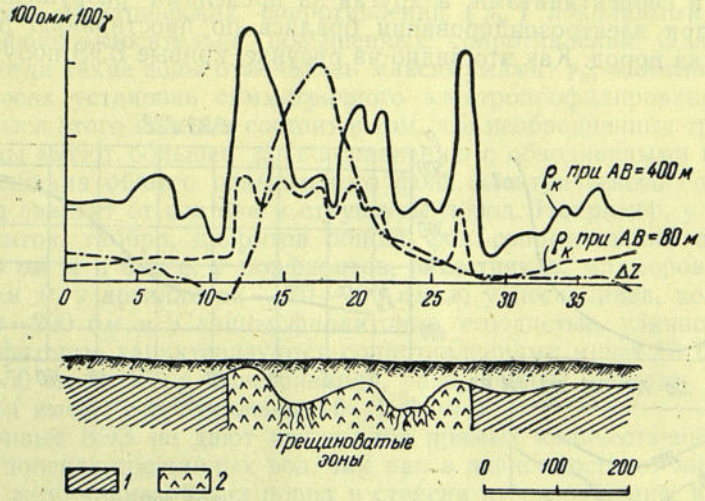


Рис. 3. Кривые Δz, ρ_k над водоносной порфиритовой залежью в сланцевой толще

1—сланцы; *2*—порфириты

связана с наличием водоносных трещиноватых порфиритов, характеризующихся низким значением ρ_k при больших разносах электропрофилирования и высокими значениями ρ_k при малых разносах. Магнитное поле

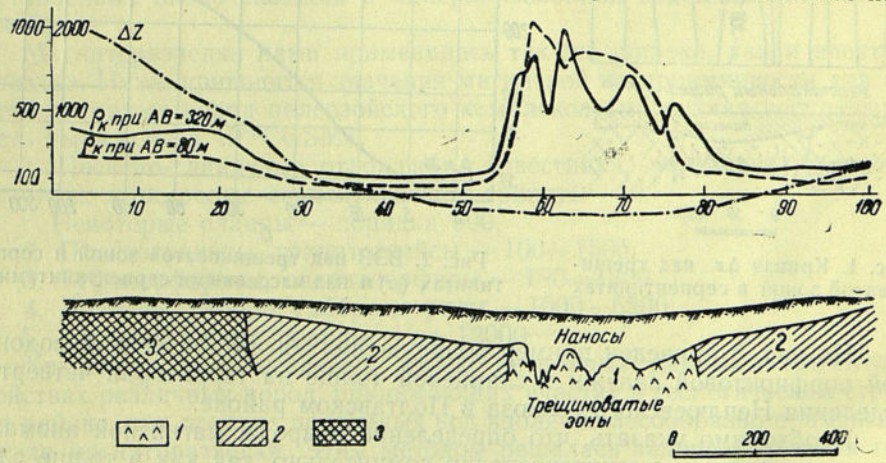


Рис. 4. Геофизический профиль при пересечении комплекса пород с различными физическими свойствами

1—эффузивы, *2*—сланцы, *3*—серпентиниты

над этим отрезком профиля нормально. В интервале профиля 0—25 повышенное магнитное поле и высокие значения ρ_k отвечают массивным серпентинитам. Общий характер магнитного поля позволил высказать предположение о наличии понижения в рельефе коренных пород и о том, что это понижение соответствует порфиритам. Полученные результаты геофизического обследования участка были подтверждены последующим бурением.

Следует отметить, что приведенный пример довольно часто встречался в практике геофизических работ в Челябинской области, и выявленные полосы эффузивов, как правило, являлись значительно более обводненными по сравнению с вмещающими их породами.

На рис. 5 приведены результаты электропрофилирования на территории колхоза им. Сталина в пос. Бородиновке, Варненского района. Участок сложен кремнистыми сланцами и известняками. На графиках ρ_k двойного симметричного электропрофилирования над этой тектонической зоной отмечается аномалия низких значений ρ_k. В точке 51 профиля I была пробурена скважина, которая вскрыла рассланцованные кавернозные изве-

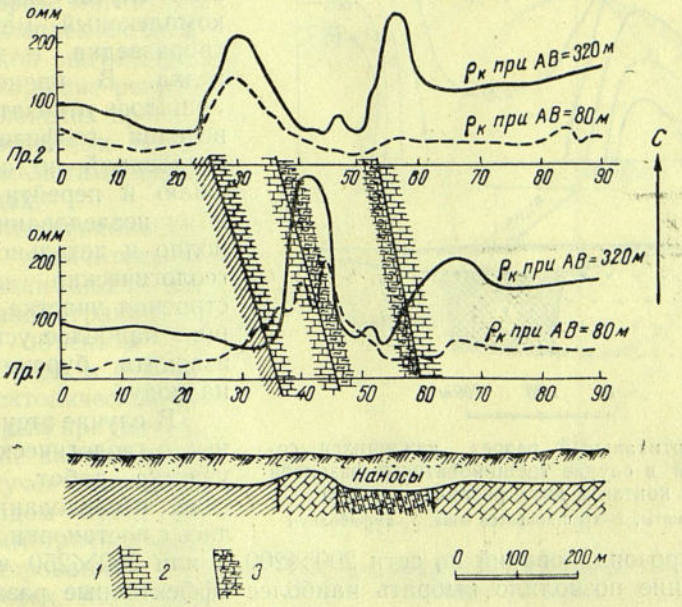


Рис. 5. Кривые ρ_k двойного симметричного электропрофилирования над тектонической зоной закарстованных известняков
1—сланцы, *2*—известняки, *3*—рассланцованные кавернозные известняки

стняки. Дебит этой скважины 6 *л/сек*. Получена вода высокого питьевого качества. Такие зоны в известняках были обнаружены электроразведкой еще на двух участках — в Лейпцигской МТС и около с. Красного Яра. Эти участки были исключительно обводнены.

На рис. 6 приведены результаты детализации геологического строения на территории совхоза «Победа» путем применения вертикального электрозондирования (ВЭЗ) в полосе трещиноватых пород по контакту амфиболитов и серпентинитов. К этому контакту приурочена водообильная зона. На вертикальном разрезе ρ_k трещиноватые породы в зоне контакта отмечаются пониженными значениями кажущихся сопротивлений.

Симметричное электропрофилирование было с успехом применено для прослеживания трещиноватой зоны в гранитах (рис. 7). Работы выполнялись в южной части Чесменского гранитного массива на территории совхоза им. Горького. Аномалия низких значений ρ_k на данном участке вызвана зоной глубокого выветривания гранитов, в которых на глубине обнаружены трещинные воды. Этой зоне соответствуют ρ_k 50—200 *ом м*. Скважина вскрыла до глубины 40 *м* водоносные граниты.

Вообще водоносность гранитов на участках геофизических работ очень мала, и только в одном случае при бурении в трещиноватых разгнейсованных гранитах вскрыты воды; дебит скважины около 10 *л/сек*. Необходимы дальнейшие поисковые работы на водоносные структуры в гранитах, возможно даже с применением сейсмических методов разведки.

В заключение необходимо привести некоторые соображения о методике проведенных геофизических работ, так как в последующие годы подобного рода исследования будут продолжаться.

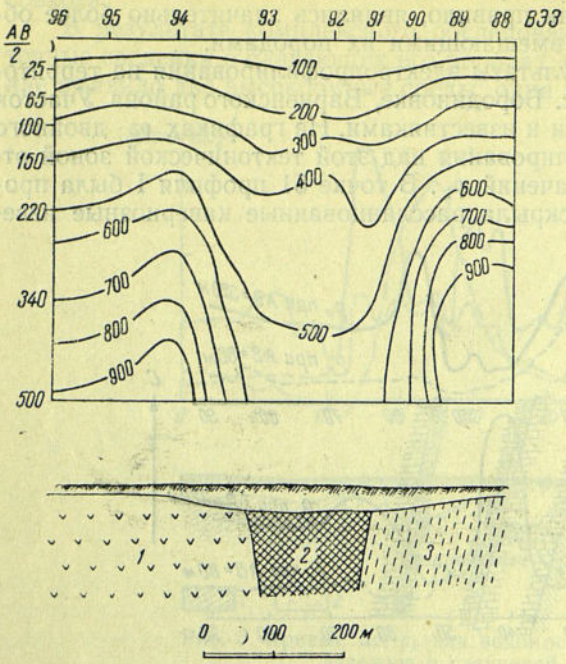


Рис. 6. Вертикальный разрез кажущихся сопротивлений в случае трещиноватости, развитой в зоне контакта двух различных пород

1—серпентиниты, *2*—трещиноватая зона, *3*—амфиболиты

Наиболее рациональная методика работ для поисков источников водоснабжения обусловливается геологическим строением участка. Как уже отмечалось выше, в нашем случае был применен комплексный метод — электроразведка и магниторазведка. В процессе работ пришлось отказаться от проведения геофизических исследований по одному профилю и перейти к площадному исследованию, которое полно и детально освещает геологические особенности строения участка, позволяющие наиболее успешно производить бурение скважин на воду.

В случае отсутствия данных о геологическом разрезе участка работ, геофизические исследования начинались с постановки вертикальных электрозондирований по сети 200×200 *м* или 250×250 *м*. Электрозондирование позволило выбрать наиболее эффективные разносы элек-

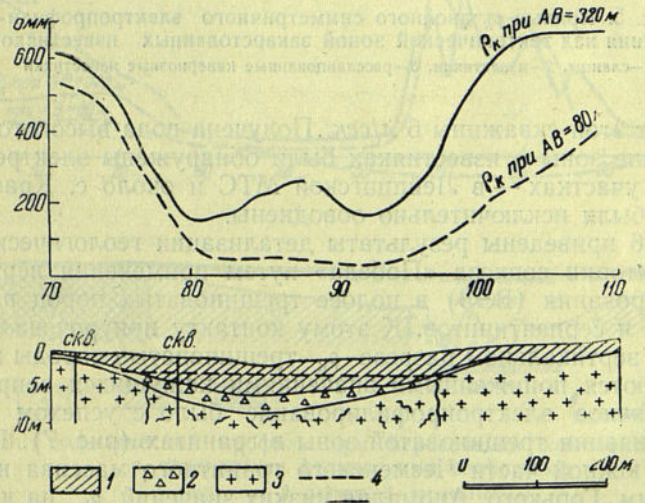


Рис. 7. Электропрофиль при пересечении трещиноватой зоны в гранитах

1—песчано-глинистый материал, *2*—дресва, *3*—граниты, *4*—уровень грунтовых вод

тропрофилирования и примерно определить местоположение высокоомных и низкоомных пород. В осадочно-метаморфических толщах высокоомные пласты являются перспективными для разведки их на воду. После работ методом ВЭЗ ставилось симметричное электропрофилирование.

Этой же методики следует придерживаться и при значительной мощ-

ности наносов (до 50 *м*). Зондирование в этих случаях не только позволяет выбрать соответствующие разносы, но и решает задачу поисков грунтовых вод типа верховодки в верхней части наносов. Задача прослеживания контактов между интрузиями и вмещающими их породами очень успешно решается электропрофилированием и магниторазведкой без применения ВЭЗ. Самый выгодный разнос установки в этих случаях 200—300 *м*.

Следует широко применять метод магнитометрии как для решения задачи геокартирования участка, так и для непосредственных гидрогеологических целей, особенно при наличии в геологическом разрезе магнитных пород. В комплексе с электроразведкой магнитометрия дает хорошие результаты при поисках пропластков эффузивных пород в осадочно-метаморфических толщах.

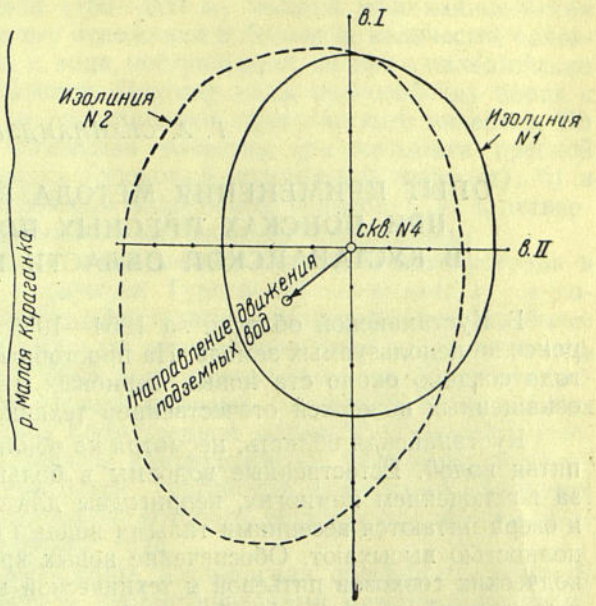


Рис. 8. Определение направления стока подземных вод

На юге Челябинской области значительные площади занимают интрузии, особенно гранитные. Главным объектом поисков на воду в них являются тектонические зоны, к которым приурочены наибольшие запасы воды. В этом случае рациональным методом будет являться симметричное электропрофилирование на двух разносах. Мощность рыхлых отложений (наносов) на площадях развития интрузий незначительна (10 *м* и менее) и самые эффективные разносы установки 200—300 *м*. Электрозондирование следует применять для более детального изучения ослабленных зон. Наблюдения этим методом нужно проводить по отдельным профилям с расстоянием точек наблюдений через 40—50 *м*. Результаты работ должны оформляться в виде разрезов кажущихся сопротивлений.

При работе методом ВЭЗ, во избежание эффекта экранирования, следует избегать пересечения установкой резко неоднородных толщ, залегающих вблизи дневной поверхности, поэтому разносы должны быть направлены по простиранию слоев и тектонических линий. При проведении работ электропрофилированием профили следует разбивать вкрест простирания пород, разносы же ориентировать по профилю. Результаты работ следует оформлять в виде планов профилей $\rho_к$ и Δz.

Для изучения направления и скорости движения грунтовых вод на одном из участков Брединского района были поставлены электроразведочные работы по методу заряженного тела постоянным током. Первоначально в буровую скважину была засыпана поваренная соль (около 50 *кг*). Заземление в скважине было устроено на глубине около 40 *м*; бесконечность отнесена от скважины на 2 *км*. Промежуток между прослеживанием первой и второй изолиний равного сопротивления составлял 14 часов. Деформация (перемещение эпицентра эллипса второй изолинии) свидетельствует о наличии стока подземных вод в сторону реки (рис. 8). Необходимо отметить, что для большей производительности и получения более четких результатов заряд следует производить с аппаратурой переменного тока, которая значительно облегчает и ускоряет процесс работ.

Г. А. СЕХНИАИДЗЕ

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДА ЭЛЕКТРОРАЗВЕДКИ ПРИ ПОИСКАХ ПРЕСНЫХ ПОДЗЕМНЫХ ВОД В КУСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ КАЗАХСКОЙ ССР

В Кустанайской области за 1954—1955 гг. освоено 4 млн. гектаров ранее не используемых земель. На просторных степях этой области за два года создано около ста новых зерновых и животноводческих совхозов, оснащенных новейшей отечественной техникой.

Кустанайская область, несмотря на обилие озер, бедна пригодной для питья водой. Естественные водоемы в большинстве случаев соленые и, за исключением немногих, непригодны для использования. Многие реки и озера питаются весенними талыми водами и в засушливый период года полностью высыхают. Обеспечение новых крупных зерновых и животноводческих совхозов питьевой и технической водой является важной государственной задачей. Необходимость решить эту задачу в кратчайший срок требует большой оперативности и гибкости в работе геологических организаций. Применение методов геофизики дает возможность ускорить и значительно удешевить гидрогеологические работы за счет сокращения объема поискового бурения.

Для решения проблемы водоснабжения совхозов Кустанайский геолого-разведочный трест и Тургайская геофизическая экспедиция с 1954 г. ведут поиски пресной воды. В настоящей статье кратко описываются результаты и особенности методики полевых электроразведочных работ и методика интерпретации последних.

В 1955 г. две электроразведочные партии Тургайской геофизической экспедиции Союзного уральского геофизического треста в составе 6 электроразведочных отрядов проводили геофизические исследования на территории совхозов, колхозов и МТС Кустанайской и Чкаловской областей с целью обнаружения источников пресной воды.

Кустанайская область и примыкающие к ней районы Чкаловской области находятся в пределах Тургайской низменности. Гидрогеологические условия Тургайской низменности крайне сложны и в разных ее частях существенно различны. В ее пределах можно выделить три крупные гидрогеологические провинции. Первая представляет собой западную прибортовую часть низменности, где скалистые породы палеозойского фундамента залегают неглубоко, а иногда выходят на поверхность; здесь они более метаморфизованы и разрушены, чем в центральной и в восточной частях низменности. Трещиноватость пород палеозойского фундамента обусловливает их водопроницаемость и водообильность верхних разрушенных горизонтов. Перекрывающие коренные породы рыхлые отложения, часто представленные песками или песчано-глинистыми водопроницаемыми образованиями, способствуют инфильтрации атмосферных осад-

ков. Так как палеозойский фундамент в западной части Тургайской низменности перекрыт в основном рыхлыми отложениями континентального происхождения с небольшим содержанием минеральных солей, то и вода, находящаяся в палеозойских породах, часто пресная. Кроме палеозойских пород, в западной части Кустанайской области, пресную воду содержат также четвертичные отложения (верховодка).

Вторая гидрогеологическая провинция — центральная часть Тургайской низменности (водораздел Тобол—Убаган). Здесь палеозойский фундамент перекрывается мощной (150—200 *м*) толщей мезо-кайнозойских морских отложений. Эти рыхлые отложения в большом количестве содержат легко растворимые соли, и вода, поступающая из них в палеозойские породы, становится горько-соленой. Поэтому воды палеозойских пород в центральной части области не представляют практического интереса. Во второй гидрогеологической провинции известны три горизонта пресной воды: а) в палеогеновых опоках (опоковый водоносный горизонт); б) в олигоценовых песках (олигоценовый водоносный горизонт); в) в четвертичных суглинках или аллювиальных отложениях (верховодка).

Еще более неблагоприятны в отношении водоснабжения условия в третьей гидрогеологической провинции Тургайской низменности — в восточной ее части. Здесь палеозойский фундамент перекрывается еще более мощными и засолоненными рыхлыми мезо-кайнозойскими отложениями. Вода в породах палеозоя находится в состоянии рассолов. Третичные отложения перекрыты мощным плащом молодых отложений, и вода в них тоже подверглась засолонению. Единственной скважиной вскрыты пресные воды этих горизонтов в совхозе «Молодежный». Основным горизонтом пресной воды в восточной части Тургайской низменности является горизонт верховодки, водообильность которого обусловлена количеством атмосферных осадков и временами года.

С 1955 г. Тургайская экспедиция располагала общими сведениями о гидрогеологии районов работ и параметрическими материалами опытно-производственной работы 1954 г. В соответствии с гидрогеологическими условиями в разных районах Кустанайской области были выбраны методики полевых электроразведочных работ.

В западной части области, где основным водоносным горизонтом является верхняя разрушенная часть палеозойских пород, основная задача заключалась в выделении зон тектонических нарушений, зон трещиноватости, контактов разных пород, жильных полей и других структурных элементов, благоприятствующих накоплению и фильтрации подземных вод. Ввиду того что породы палеозойского комплекса залегают наклонно (углы падения от 30 до 90°), а в горизонтальном направлении наблюдается чередование пород разных по литологическому составу, наиболее рациональным методом здесь явился метод электропрофилирования. Тургайская геофизическая экспедиция применяет метод симметричного электропрофилирования по схеме AA′MNB′B для выделения зон, перспективных на воду, и метод ВЭЗ для выбора рациональных разносов для электропрофилирования и для определения глубин до опорного электрического горизонта, представленного неразрушенными палеозойскими породами.

На графиках электропрофилирования все перспективные в отношении нахождения трещинных вод зоны выделяются локальными минимумами кажущегося электросопротивления на фоне высокого сопротивления, соответствующего нетрещиноватым палеозойским породам (рис. 1 и 2). Это положение объясняется тем, что даже пресные подземные воды содержат незначительное количество растворенных солей, благодаря чему становятся более проводящими электрический ток, нежели монолитные палеозойские породы. Чем больше степень разрушения и обводненность, тем лучше электропроводность, что на графиках профилирования будет фиксироваться четким понижением сопротивления. В 1955 г. Тургайской гео-

физической экспедицией на территории 15 совхозов Кустанайской и Чкаловской областей были переданы для бурения на воду благоприятные зоны, выделенные по данным электропрофилирования. Трещиноватость палеозойских пород подтвердили все скважины, пробуренные в этих зонах минимумов, а пригодные для питья воды встречены в 31 скважине из 34. Три скважины вскрыли горько-соленую воду.

Следует отметить, что точных сведений о величине сопротивления водоносных пород палеозоя до настоящего времени не имеется вследствие большого разнообразия в литологическом составе пород и наличия других факторов, влияющих на величину сопротивления. С помощью электро-

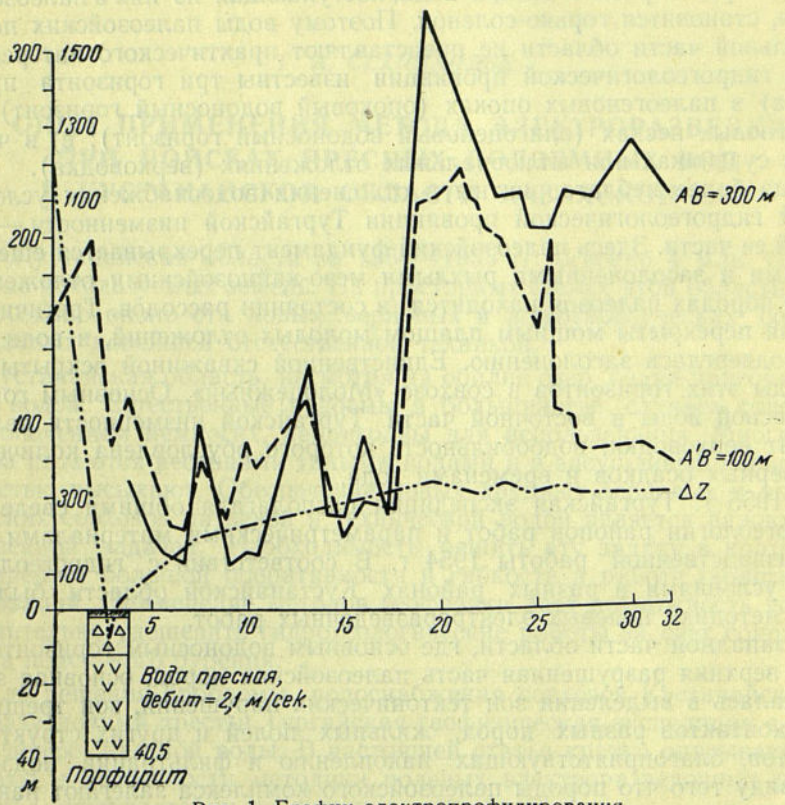


Рис. 1. График электропрофилирования

разведки нельзя уверенно судить о качестве вод в трещиноватых палеозойских породах, так как величина $\rho_к$ зависит не только от процента содержания солей в грунтовой воде, а также от степени разрушенности и литологии самих палеозойских пород.

Замечено, что когда палеозойские породы перекрыты глинистыми отложениями палеогена, электрическое сопротивление которых низкое (меньше 5—7 *ом м*), то подземная вода в палеозойских породах соленая. Так, на территории совхоза «Колос» было определено, что известняки, залегающие на глубине 40 *м*, сильно трещиноваты. Они перекрываются глинистыми отложениями нижнего мела и палеогена с электрическим сопротивлением 3—7 *ом м*. Пробуренная скважина вскрыла обводненные трещиноватые породы с горько-соленой водой. Этот пример показывает, что при выделении перспективных зон в палеозойских породах большое внимание должно быть уделено литологии перекрывающих рыхлых отложений, через которые инфильтруются подземные воды.

В центральной части описываемой области горизонты олигоценовых песков и нижнепалеогеновых опок залегают на разных глубинах от днев-

ной поверхности и имеют различную мощность. Водоносным является нижний горизонт олигоцена, представленный кварцево-глауконитовыми песками. Мощность этих песков от нескольких десятков сантиметров до 20—25 *м*.

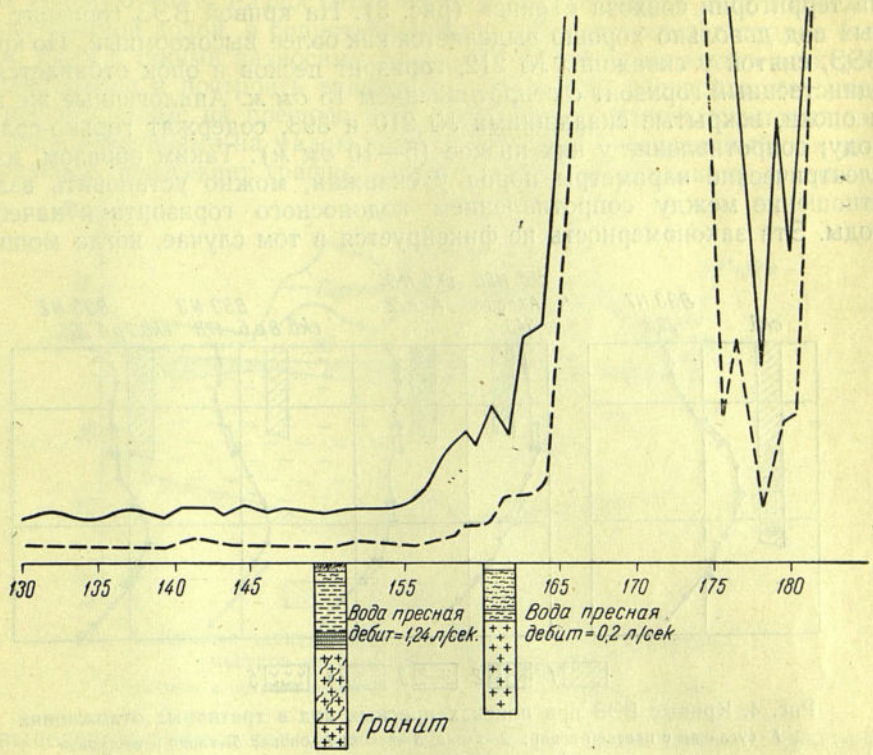


Рис. 2. График электропрофилирования

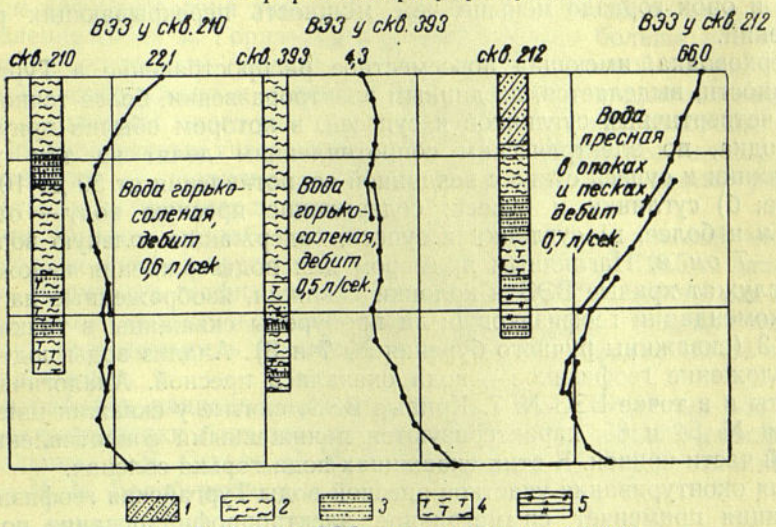


Рис. 3. Кривые ВЭЗ при поисках верховодки

1—суглинок с пресной водой; *2*—суглинок с соленой водой; *3*—глины; *4*—песок; *5*—порфирит

В результате многочисленных электроразведочных наблюдений установлено, что пески, содержащие пресную воду, характеризуются более высокими значениями электрического сопротивления, чем аналогичные пески с соленой водой. При интерпретации наблюдений электроразведки Тур-

гайской геофизической экспедицией принято считать перспективными на пресную воду горизонты песков или опок, если сопротивление их больше 10—15 *ом м*. Более низкое сопротивление указывает на повышенную минерализацию подземных вод. Для примера можно привести данные работ на территории совхоза «Тенис» (рис. 3). На кривой ВЭЗ горизонт пресных вод довольно хорошо выделяется как более высокоомный. По кривой ВЭЗ, снятой у скважины № 212, горизонт песков и опок отбивается как единственный горизонт с сопротивлением 15 *ом м*. Аналогичные же пески и опоки, вскрытые скважинами № 210 и 393, содержат горько-соленую воду; сопротивление у них низкое (5—10 *ом м*). Таким образом, изучая электрические параметры пород у скважин, можно установить взаимоотношение между сопротивлением водоносного горизонта и качеством воды. Эта закономерность не фиксируется в том случае, когда мощность

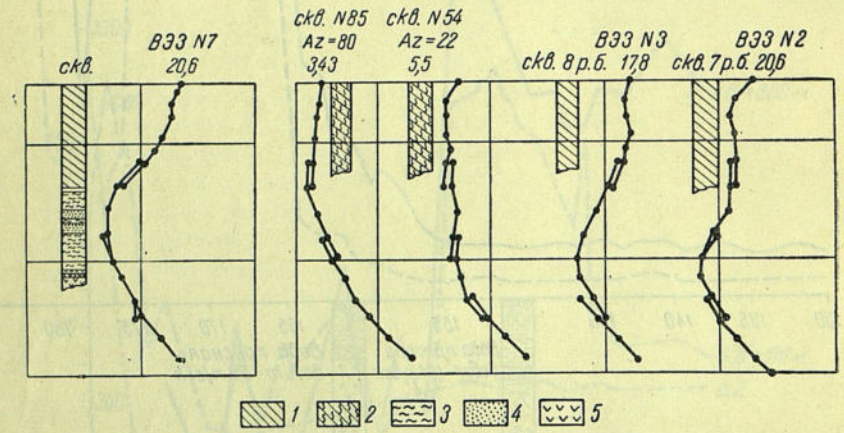


Рис. 4. Кривые ВЭЗ при поисках пресных вод в третичных отложениях
1—суглинок с пресной водой; *2*—глина; *3*—песок; *4*—опока; *5*—глина известковая

песков и опок гораздо меньше, чем мощность перекрывающих рыхлых отложений.

Верховодка, имеющая повсеместное распространение в Тургайской низменности, выделяется, по данным электроразведки, более точно. Горизонты четвертичных суглинков и супесей, в котором обычно приурочена верховодка, по электрическим сопротивлениям делят на три группы: а) суглинки и супеси сухие с величиной сопротивления от 50 до 100 *ом м* и более; б) суглинки и супеси, содержащие пресную воду — от 15 до 50 *ом м* и более; в) суглинки и супеси, содержащие соленую воду — от 1 до 5—7 *ом м*. Наглядным примером для подтверждения изложенного выше служат кривые ВЭЗ и колонки скважин, изображенные на рис. 4. По рекомендации геофизиков были пробурены скважины в точках ВЭЗ № 2 и 3 (скважины ручного бурения № 7 и 8). Анализ воды подтвердил предположение геофизиков — вода оказалась пресной. Аналогичные результаты и в точке ВЭЗ № 7. Кривые ВЭЗ, снятые у скважин шнекового бурения № 54 и 85, характеризуются пониженными сопротивлениями в верхней части кривой. В этих скважинах вода горько-соленая.

Для оконтуривания участков пресной воды Тургайская геофизическая экспедиция применяет симметричное электропрофилирование по схеме *AA′MNB′B*. Разносы из-за неглубокого залегания искомого горизонта небольшие и выбираются, по данным кривых ВЭЗ, следующим образом. На том или ином участке (например Павловский совхоз) в первую очередь производится ВЭЗ. По полученным кривым определяется средняя мощность горизонта верховодки. Для данного участка она 10—12 *м*. Малый разнос для электропрофилирования выбирается с таким расчетом, чтобы он отражал изменения сопротивления в горизонтальном направле-

нии именно на этой глубине, т. е. AB=20 *м*. Большой разнос выбирается так, чтобы он характеризовал более глубокий, постоянный по мощности, литологии и сопротивлению горизонт. Таким горизонтом в данном случае является горизонт палеогеновых глинисто-песчанистых отложений, содержащих соленую воду. Разнос $AB/2$=100 *м* характеризует этот горизонт с горько-соленой водой, и сопротивление на этом разносе постоянное 4—6 *ом м*. Если с такими разносами питающих линий производить электропрофилирование и построить график ρ_k, то можно убедиться, что участки, перспективные на пресную верховодку, характеризуются повышенными сопротивлениями на малом разносе, и график, построенный для малого разноса, пересекает график, соответствующий большому разносу.

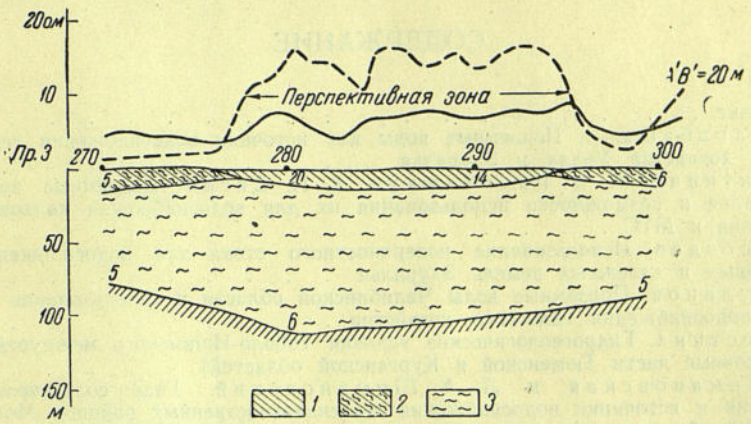


Рис. 5. Кривые электропрофилирования при оконтуривании участков верховодки с пресной водой

1—суглинок с пресной водой; *2*—суглинок с соленой водой; *3*—глина

Для выделения точных контуров участков верховодки следует обратить внимание на величину сопротивления. Нами, как указано выше, таким критерием для разделения участков с пресной и соленой водами принято сопротивление 10 *ом м*. Горизонты с сопротивлением больше 10 *ом м* отнесены к перспективным (рис. 5). За два года Тургайской геофизической экспедицией обнаружено и передано для проверки гидрогеологическим партиям и совхозам много участков, перспективных на верховодку. Пока ни один из проверенных участков не дал отрицательных результатов. Этот факт указывает на правильность методики электроразведочных работ и интерпретации полученных данных.

Таким образом, разработанная Тургайской геофизической экспедицией методика поисков пресных вод в конце 1954 г. и в 1955 г. дала возможность применить геофизический метод при гидрогеологических исследованиях и этим сократить объем поискового бурения. Так, для поисков верховодки необходимость проведения поискового бурения почти полностью исключается.

В разработке рациональной методики поисков пресных вод методами электроразведки большое участие принимали инженеры-геофизики Е. Ф. Галкина, З. Я. Сегаль, О. В. Охотников, Е. М. Ананьева и техник-геофизик И. Н. Белобуркин.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Предисловие	3
М. Я. Барабашкин. Подземные воды как источник водоснабжения сельского хозяйства Урала и Зауралья	5
В. И. Антипин, М. Я. Барабашкин, А. П. Сигов. Подземные воды Зауралья и возможности использования их для водоснабжения колхозов, совхозов и МТС	9
В. С. Гвоздев. Использование поверхностного стока для водоснабжения целинных и залежных земель Зауралья	34
Н. Д. Буданов. Подземные воды Челябинской области и использование их для водоснабжения сельского хозяйства	49
К. А. Костина. Гидрогеологические условия Тоболо-Ишимского междуречья (Восточные части Тюменской и Курганской областей)	91
И. А. Шимановская и Л. А. Шимановский. Гидрогеологические условия и источники водоснабжения сельскохозяйственных районов Молотовской области в пределах северной части Уфимского плоскогорья	113
М. О. Клер. Поисковые признаки на подземные воды Урала	132
Ф. М. Рябченко. Опыт применения методов геофизики при изыскании подземных вод для сельского хозяйства на Южном Урале	147
Г. А. Сехниадзе. Опыт применения метода электроразведки при поисках пресных подземных вод в Кустанайской области Казахской ССР	154

Библиотека Географического Общества Союза ССР

ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЙ СБОРНИК ПО ВОПРОСАМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА В РАЙОНАХ УРАЛА И ЗАУРАЛЬЯ

Редактор *М. Я. Барабашкин*
Технич. редактор *К. В. Крыночкина*

Редактор издательства *М. В. Семенова*
Корректор *К. С. Бржесская*

Сдано в набор 6/VII 1956 г. Подписано к печати 17/XI 1956 г.
Формат бумаги 70×108¹/₁₆. Бум. л. 6,25. Печ. л. 13,7+3,4 п. л. вкл. Уч.-изд. л. 15,4.
Т-11041. Тираж 2000. Зак. № 1018. Цена 10 р. 85 к.

Картфабрика Госгеолтехиздата

4803

10 р. 85 к.

5

767 к 57

499 р

A2 1/34